Aus dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Heinz Weichardt

Belastung und Beanspruchung von Busfahrern im Tübinger Stadtverkehr

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ulrich Laarmann
aus Stetten i. R.

1974

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546528_0057

Aus dem Institut für Arbeitsmedizin der Universität Tübingen
Direktor: Professor Dr. med. Heinz Weichardt

Belastung und Beanspruchung von Busfahrern im Tübinger Stadtverkehr

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Medizin

dem Fachbereich Theoretische Medizin
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
Ulrich Laarmann
aus Stetten i. R.

1974

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Dekan: Prof.Dr. W. Schlote

Berichterstatter: Prof.Dr. H. Weichardt

FOTODRUCK PRÄZIS Barbara v. Spangenberg KG · Tübingen

INHALTSVERZEICHNIS

		Seite:
I.	EINLEITUNG	1
	a) Der Begriff der Arbeit	1
	b) Belastung im Beruf des Busfahrers im Stadtverkehr	5
	c) Beanspruchungsmessung	9
	1. Problematik	9
	2. Versuchsaufbau zur Messung der Beanspruchung von Busfahrern im Stadtverkehr	11
II.	LITERATURÜBERSICHT	13
	a) Bisherige Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe der Herzfrequenz	13
	1. Vor-Start-Reaktion	13
	2. Beanspruchung durch die Fahrt	13
	3. Zusätzliche psychische Beanspruchung	15
	b) Bisherige Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe des EEG	16
	1. Auswirkungen psychischer Belastung auf das EEG	16
	2. Auswirkung der Ermüdung auf das EEG	18
III.	MATERIAL UND METHODIK	20
IV.	ERGEBNISSE	23
	a) Ergebnisse der klinischen und laborchemischen Untersuchungen	23
	b) Ergebnisse der telemetrischen EKG-Untersuchungen	28
	1. Verteilung der Herzfrequenzen insgesamt	28
	2. Verteilung der Herzfrequenzen im Tagesverlauf	39
	3. Besondere Situationen	46
	4. Zusammenfassung der Ergebnisse der telemetrischen EKG-Untersuchungen	52

Seite:

c) Ergebnisse der telemetrischen EEG-Untersuchungen 53

1. Beschreibung der EEG-Kurven im Tagesverlauf 53

2. Zusammenfassung der telemetrischen EEG-Ergebnisse 60

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE 63

a) Diskussion der Ergebnisse der EKG-Auswertung 63

1. Vorstartreaktion 63

2. Belastung durch die Fahrt 64

3. Psychische Beanspruchung 65

b) Diskussion der Ergebnisse der EEG-Auswertung 66

c) Versuch einer Interpretation 67

VI. ZUSAMMENFASSUNG 70

Anhang: Tabelle 2 71

Tabelle 3 72 u. 73

VII. LITERATURVERZEICHNIS 74

I. EINLEITUNG:

In meiner Arbeit soll der Versuch unternommen werden, die Belastungsfaktoren eines modernen Arbeitsplatzes zu analysieren und ihnen Beanspruchungsparameter gegenüber zu stellen, die mit Mitteln der modernen Arbeitsphysiologie objektiviert werden.

a) Der Begriff der Arbeit:

Eine der wesentlichsten Aufgaben der Arbeitsphysiologie ist die Untersuchung des Verhaltens von menschlichen Organismen in der Auseinandersetzung mit einem Komplex von Umweltfaktoren, die unter dem Begriff Arbeit zusammengefaßt werden. Das gesamte Fachgebiet behandelt einen Spezialfall aus der Lehre von der Anpassung der Organismen an ihre Umwelt.

J. PIAGET (1969) folgend, können wir das Anpassungsverhältnis in eine assimilative und eine akkommodative Komponente zerlegen. Einerseits ist demzufolge die Arbeit als eine Art des Menschen zu verstehen, seine Umwelt sich anzupassen, was in historischen Zeiträumen bedeutet, durch Auseinandersetzung mit der Natur die Erde für sich bewohnbar zu machen. Auch in einer Umwelt, die wie die unsere weniger von natürlichen Gegebenheiten bestimmt wird, sind die Verhältnisse grundsätzlich gleichgeblieben. Wir müssen berücksichtigen, daß die Motivation zur Arbeit meist in Selbsterhaltung, Erhaltung der Familie, Gewinn an Unabhängigkeit usw. liegt, was wiederum - zwar nicht direkt, sondern durch das Mittel des verdienten Geldes - eine Anpassung der Umwelt an den menschlichen Organismus bedeutet. Der akkommodative Aspekt ist darin zu sehen, daß umgekehrt auch der menschliche Organismus eine Anpassung an die jeweilige Arbeitssituation zu leisten hat. Zwingt die Arbeit den Organismus zur Akkommodation, tritt sie ihm also als Teil einer feindlichen Umwelt entgegen, so setzt sie ihn andererseits instand, diese feindliche Umwelt in Teilbereichen für sich bewohnbar zu machen.

Die historische Veränderung der Arbeitswelt hat sich auf beide Aspekte ausgewirkt. Verlangt die steigende Spezialisierung dem heute lebenden und arbeitenden Menschen extreme Akkommodationsleistungen ab, so bietet sie andererseits nur geringe, oft indirekte Möglichkeiten der Assimilation. Eine direkte Assimilationsmöglichkeit sehen wir heute nur noch beim bildenden Künstler verwirklicht, der tatsächlich nach seinem Plan Gebilde schafft, die somit Teile seiner selbst werden und die Möglichkeit eines ausserordentlich hohen Grades an Befriedigung, d.h. an gelöster Spannung bieten. In fast allen übrigen Berufen und Arbeitsstellen hat ein - oft als Entfremdung bezeichneter - Prozeß eingesetzt, der dazu führte, daß die vorher direkt im Arbeiten liegende Befriedigung (Umgestaltung der Natur, Bedürfnisbefriedigung, Selbstrealisierung) auf ein ferner liegendes, durch das Medium des Lohnes mit der Arbeit verknüpftes Ziel verschoben wurde.

Mit I. FETSCHER (1961) sind wir der Meinung, daß an dieser Entwicklung neben der von K. MARX (1849) herausgestellten Trennung von Kapital und Arbeit eben die - freilich beim Stand der Zivilisation wohl unvermeidbare - Spezialisierung eine bedeutende Rolle spielt, umso mehr, wenn diese dazu führt, die Arbeitsgänge immer weiter aufzuteilen, sodaß für den Arbeiter das Gefühl, ein sinnvolles Ganzes herzustellen, verloren gehen muß.

Die bisherigen Bemerkungen, eine allgemeine Darstellung des Begriffs 'Arbeit' und seiner historischen Veränderung, sind streng genommen nur für die Arbeit in einem Produktionsprozeß anwendbar. Unser Thema greift jedoch einen Dienstleistungsberuf beispielhaft heraus und wir wollen versuchen, auch hier die Verhältnisse darzulegen.

Das Aufkommen motorisierter Beförderungsmittel, einsetzend mit der Erfindung des Verbrennungsmotors wurde zunächst als ein Schritt zu grösserer Freiheit (Ungebundensein, Unabhängigkeit von Witterungseinflüssen bei der Fortbewegung, Unabhängigkeit von der Unzulänglichkeit des Organismus) be-

trachtet und stellte insofern ein Stück Eroberung der Umwelt und mithin eine Assimilationsleistung dar. Ein Gefühl von Unabhängigkeit oder Freiheit kann ein Mensch, der mit Hilfe seines motorisierten Beförderungsmittels fast unbeschränkt Ortswechsel vornimmt, auch jetzt noch empfinden. Diesem emanzipatorischen Moment steht jedoch entgegen, daß in demselben Maße, wie sich die Verwendung motorisierter Beförderungsmittel durchsetzte, eine neue Abhängigkeit entstand, nicht mehr von Natureinflüssen oder der begrenzten Leistungsfähigkeit des menschlichen Körpers selbst als vielmehr von technischen Geräten, also Produkten menschlichen Geistes. Überspitzt formuliert ergab sich nicht der erhoffte Fortschritt von Abhängigkeit zu Unabhängigkeit, sondern ein Wechsel der Abhängigkeiten.

Vollends ins Gegenteil verkehrt sich dieser emanzipatorische Effekt bei den von uns untersuchten Busfahrern, die sowohl im Ziel wie im zeitlichen Ablauf ihrer Fortbewegung an Fahrpläne, d.h. detailliert vorgegebene zeitlich-räumliche Schemata gebunden sind. Die dadurch erforderlich werdenden Akkommodationsleistungen können nach unserer Auffassung mit denen bei Fließbandarbeit verglichen werden, weil hier wie dort der menschliche Organismus sich an schematisch vorgegebene Zeitabläufe anpassen muß, die nicht ihm selbst, sondern eher einer sich verselbständigenden Technik entspringen.

Die von uns beobachtete, später zu erläuternde Identifizierung der Fahrer mit ihren Fahrzeugen hat sicher hier eine ihrer Wurzeln. Da es zunächst für den Menschen unerträglich sein muß, einem Ding der Technik in einem solchen Maße ausgeliefert zu sein, wird das Fahrzeug dabei auf dem Wege der Projektion (S. FREUD 1895, H. ROSKAMP 1967) mit Eigenschaften eines Lebewesens ausgestattet und kann dann als Partner bei der Arbeit fungieren.

Als weitere Wurzel dieses Phänomens können wir die historische Ableitung des Busfahrerberufs von dem des Droschkenkutschers anführen, der ja tatsächlich bei einer sonst ähnlich beruflichen Tätigkeit als Partner seine Pferde, d.h.

Lebewesen hatte, mit denen ihn häufig ein besonders enges, über die übliche Tier-Mensch-Beziehung hinausgehendes Verhältnis verband.

Dem erheblichen psychischen Aufwand für diese Art der Projektion muß eine erhebliche Erleichterung der sonst unerträglichen Situation entsprechen. Diese Erleichterung besteht wohl darin, daß die Monotonie, die im Umgang mit technischem Gerät dadurch entsteht, daß die 'Reaktionen' der Maschine immer nur von Konstruktionseigentümlichkeiten abhängig sind, wenigstens in der Vorstellung durch echte, d.h. nicht genau vorherzusehende Reaktionen ersetzt werden.

Im folgenden wollen wir den akkommodativen Aspekt der Arbeit etwas näher betrachten. Der Tatsache Rechnung tragend, daß dabei die Arbeitssituation dem menschlichen Organismus gegenüber gestellt wird, setzen wir mit H. BARTENWERFER (1972) eine den objektiven Gegebenheiten entsprechende Belastung zur Reaktion des Organismus, seiner Beanspruchung, in Beziehung.

Hierbei sind deutliche Unterschiede in der Wertigkeit dieser Begriffe festzustellen, je nachdem, ob die Belastung körperliche oder geistig-seelische Bereiche betrifft. Bei Belastungen körperlicher Art kann 'Leistung' im physikalischen Sinne ihrem Effekt auf den menschlichen Organismus gegenübergestellt werden. Belastung erscheint dann als mathematisch festlegbarer und ausdrückbarer Wert, und Verschiedenheiten der Beanspruchung bei verschiedenen Individuen müssen auf Unterschiede der beanspruchten Organismen zurückgeführt werden.

Tritt jedoch die Belastung physischer Art gegenüber der psychischer Art zurück, so erscheint eher die Beanspruchung als Reaktion des Organismus festlegbar und oft genug muß von ihr auf Größe und sogar Art der Belastung rückgeschlossen werden.

b) Belastung im Beruf des Busfahrers im Stadtverkehr:

Wir wollen hier zunächst die wesentlichen Punkte zusammentragen, die in der Arbeit des Busfahrers eine Belastung darstellen können. Hierbei orientieren wir uns an einem Artikel von K.P.BIEHL (1972), wollen jedoch aus unseren Beobachtungen noch spezifische Merkmale für die beobachteten Fahrer hinzufügen.

Allgemein muß festgestellt werden, daß die Belastungen körperlicher Natur im Verhältnis zu den psychischen Belastungen weitgehend zurücktreten. Statische Arbeit wird erleichtert durch bequeme Sitze und günstige Anordnung der Bedienungshebel, dynamische Muskelarbeit wird ersetzt durch technische Hilfen wie Servolenkung, Bremskraftverstärker, Schalthilfe usw.. Als stärkste Belastung bezeichnet BIEHL den Zwang zur Daueraufmerksamkeit. Betrachten wir diesen Faktor genauer, so müssen wir in ihm eine besondere Anforderung an visuomotorische und audiomotorische Fähigkeiten erkennen. Mit Hilfe seiner Sinnesorgane rezipiert der Fahrer den umgebenden Verkehr. Aus der großen Fülle unspezifischer oder bedeutungsloser Eindrücke muß er diejenigen, die ein Reagieren seinerseits erforderlich machen, herauslösen und mit Hilfe des motorischen Systems adäquat beantworten (s. K. LORENZ 1959).

Bei den Reizen, die eine Reaktion erforderlich machen, kann es sich einerseits um stereotype, immer in derselben Form wiederkehrende und immer gleich zu beantwortenden Komplexe handeln (Ampeln, Stopschild). Weiterhin können Konstellationen vorkommen, in denen das Signal eine unspezifisch erhöhte Aufmerksamkeit bewirken muß (Vorsichtschild, Kreuzung, Fußgängerübergang). Die Erhöhung der Aufmerksamkeit kann auch als Erhöhung der Reaktionsbereitschaft betrachtet werden. Eine dritte Art der Belastung sensuomotorischer Systeme stellt eine Kombination von optischen und akkustischen Signalen dar, die zunächst einer Interpretation bedürfen, um eine adäquate Reaktion zu ermöglichen (Verkehrssituation).

Im ersten Falle steht einer klischeehaften Situation (s. hierzu A. LORENZER 1970) eine reflexartig normierte Reaktion gegenüber. So weist z.B. die automatische Betätigung des Bremspedals bei Sichtbarwerden einer roten Ampel große Ähnlichkeit mit einem bedingten Reflex auf (s. dazu I.P. PAVLOV 1904).

Im zweiten Falle ist es notwendig, aus einer begrenzten Zahl von Umständen und einer ebensolchen Zahl bereitliegender Verhaltensmuster jeweils die passenden einander zuzuordnen.

Der dritte Fall bringt schließlich die Notwendigkeit, neue Situationen mit Hilfe einer gewissen Abstraktionsleistung zu erfassen und spezielle Reaktionsweisen zu entwickeln, d.h. autonome Entscheidungen in nicht voraussehbaren oder nicht vorausgesehenen Situationen zu treffen. Dieser dritte Fall wird umso seltener eintreten, je grösser die Erfahrung des betreffenden Fahrers ist; denn Erfahrung können wir in dieser Hinsicht verstehen als Zunahme der Zahl vorgefertigter, sozusagen bereitliegender Verhaltensweisen. Grössere Erfahrung bringt andererseits die Gefahr mit sich, daß ebenso die Zahl der Vorurteile vermehrt wird, d.h. die Bereitschaft, neue, eigene und angemessene Reaktionsweisen zu entwickeln, abnimmt und dafür auf andere nicht ganz zur Situation passende, aber bereitliegende Muster zurückgegriffen wird.

Hieraus erhellt, daß wir nicht einfache Reaktionstypen wegen ihrer äußerlichen Ähnlichkeit mit Reflexen für homolog zu den genetisch älteren reflexartigen Reaktionen halten dürfen, sondern, daß die äußerliche Primitivität eine sekundäre Bildung ist. Dies wird sofort einleuchten, wenn wir den Weg betrachten, auf dem diese zustande kommt. Der Fahrschüler muß sich zunächst in jeder Einzelsituation neu entscheiden, d.h. beim Anfänger überwiegen bewußte Vorgänge. Im Laufe einer tausendfachen Wiederholung identischer Situationen mit identischen Reaktionen (eigentlich also: Eines Lernvorganges) wird immer weniger bewußte Entscheidung nötig, sodaß der Organismus die offensichtlich weniger aufwendigen, scheinbar primitiven Reaktionen vorzieht. Bei diesen sekundär

reflexartigen Bildungen handelt es sich also allenfalls um analoge Erscheinungen zu den tierischen Reflexen (zu dem Begriffspaar homolog - analog, s. auch A. KÜHN 1964, W. ZIMMERMANN 1953, R. OWEN 1804-1890). Diese Erwägung zeigt auch die Grenzen des Vergleiches mit den bedingten Reflexen, da auch diese in Anlehnung an echte Reflexe zustande kommen, indem lediglich der auslösende Reiz ausgetauscht wird, ohne notwendigerweise das Bewußtsein durchlaufen zu haben. Im Gegensatz dazu wird hier ein intellektuell angeeigneter Vorgang eingeübt und auf ein reflexartig automatisches Reagieren reduziert.

In der Praxis überlagern sich diese drei Belastungstypen in einem für jeden Fahrer charakteristischen Verhältnis, und eine saubere Trennung erscheint nahezu unmöglich.

Weitere Belastungsfaktoren entstehen durch den Zwang, ein vorgegebenes zeitlich-räumliches Schema, den Fahrplan, zu erfüllen, was häufig zu einer Arbeit unter Zeitdruck zwingt. Dieser Zeitdruck kann durch Verkehrsstörungen, Witterungseinflüssen wie Schnee und Regen noch erheblich gesteigert werden.

Soviel zu den psychischen Belastungen durch die Fahrt selbst, die sich teilweise addieren, in jedem Falle aber einander wechselseitig beeinflussen. (Bei längeren Fahrten, z.B. auf der Autobahn, kommt ein Monotonieerlebnis hinzu, welches jedoch im Stadtverkehr kaum eine Rolle spielt.)

An sonstigen Belastungen durch die Fahrt selbst sind Belästigungen durch Abgase, holpernde Fahrt auf schlechten Straßen und sommerliche Hitze zu nennen, während die Kälte dank eingebauter Heizungen kaum einen Belastungsfaktor darstellt.

Da die Fahrer im Stadtverkehr jedoch zusätzlich den Fahrgästen gegenüber als Repräsentanten des Unternehmers fungieren, sind weitere Belastungen in dieser Funktion zu konstatieren. Sie kassieren die Fahrpreise, stempeln Zeitkarten,

setzen sich mit unzufriedenen Fahrgästen auseinander, sorgen für Ruhe im Bus und müssen bei überfüllten Bussen sogar überzählige Fahrgäste abweisen. Sie sind dem Lärm von Schulklassen ausgesetzt, schlichten öfters kleine Streitigkeiten und haben schließlich für die Integrität ihrer Fahrzeuge zu sorgen und bei Beschädigungen Rechenschaft abzulegen.

Insgesamt bedeutet die Beförderung von Fahrgästen auch eine erhöhte Verantwortung für deren Wohlbefinden, die sich von der Vermeidung von Unfällen bis zur Notwendigkeit einer besonders flüssigen und angenehmen Fahrweise ausdehnt. Dies spielte in dem von uns beobachteten Fall besonders darum eine erhebliche Rolle, weil der Tübinger Stadtverkehr von zwei konkurrierenden Familienunternehmen betrieben wird, die sich bei Klagen seitens der Fahrgäste gegeneinander ausspielen lassen. Vom Fahrer wird nun erwartet, daß er sich in jeder Hinsicht für sein Unternehmen einsetzt und sich mit diesem identifiziert. Von dem Augenblick an, wo der Bus die Garage verläßt, trägt der Fahrer die volle Verantwortung, bis die Garage nach der Schicht wieder erreicht wird. Dieser Identifizierung mit dem Unternehmen kommt sehr entgegen, daß manche Fahrer, wie oben angedeutet, ein fast persönliches Verhältnis zu ihren Fahrzeugen entwickelt haben, was sich darin ausdrückt, daß sie viel Zeit für die Pflege ihrer Fahrzeuge aufwenden und nur sehr ungern ein anderes Fahrzeug benützen.

Trotz dieser Erwartung sind die Fahrer jedoch nicht an evtl. Gewinnen oder Verlusten des Unternehmens beteiligt, sodaß sich ihre eigene Interessenlage nicht mit der des Unternehmens deckt, oder doch höchstens insoweit, als sie bei einem Konkurs des Unternehmens ihre Arbeit verlieren würden. Dies hat zur Folge, daß die Kassenabrechnungen wöchentlich kontrolliert und auch auf den Fahrten Kontrolleure eingesetzt werden, die jedoch nicht den erwarteten Effekt haben, da sie trotz anonymen Auftretens den Fahrern bekannt sind.

Mit einem Begriffspaar aus den Sozialwissenschaften können wir die Lage so beschreiben, daß soziale Rolle (= Summe der gesellschaftlichen Erwartungen dem Fahrer gegenüber) und sozialer Status (= Summe der Erwartungen des Fahrers der Gesellschaft gegenüber) in erheblichem Maße voneinander abweichen (R. DAHRENDORF 1959).

c) Beanspruchungsmessung:

1. Problematik:

Die Messung der Beanspruchung in der Arbeitssituation stellt den Untersucher vor spezifische Probleme. Die auftretenden Belastungen bewirken oft erst in längeren Zeiträumen erfaßbare Beanspruchungen. Der Organismus kann durch Gewöhnung nach einer längeren Zeit gleichartiger beruflicher Tätigkeit anders als ursprünglich auf die Belastungen reagieren. Daraus ergeben sich zwei Forderungen:
Die der gesteigerten Meßgenauigkeit und die der Messung über einen längeren Zeitraum. Sind diese Forderungen erfüllt, so ergibt sich als weiteres Problem eine Abtrennung der Beanspruchung von evtl. sie überlagernden endogenen Rhythmen, die mit derselben Meßapparatur erfaßt werden, da sie ähnliche Eigenschaften aufweisen.

Eine weitere Forderung geht dahin, daß die Meßapparatur selbst eine im Verhältnis zum Effekt der Arbeit kleine Beanspruchung bewirken darf, da andernfalls die Beanspruchung durch die Messung an Stelle der Beanspruchung durch die Arbeit erfaßt wird (Rückwirkungsfreiheit nach P.E. ROSENBERGER 1971).

Im Idealfall muß außerdem eine möglichst große Zahl fraglich beanspruchter Teile des Organismus im Zusammenhang mit der jeweiligen Arbeitssituation synchron erfaßt werden, um die Einzelbeanspruchungen schließlich zu einer Gesamtbeanspruchung integrieren zu können.

Grundsätzlich sind verschiedene Meßverfahren denkbar, die jedoch den oben genannten Idealforderungen nicht in gleichem Maße gerecht werden:

1. Konventionelle EKGs, EEG und Pulsaufzeichnungsverfahren eignen sich nur zur Messung von Beanspruchungen unter Laborbedingungen, da sie wegen ihrer Größe am Arbeitsplatz kaum zu installieren sind.
2. Eine Beanspruchungsmessung mit Hilfe verschiedener Psychotests kann, da sie nur vor Beginn oder nach Ende der Arbeit durchführbar ist, nur ungenügend Aufschluß über die Belastung während der Arbeit selbst geben.
3. Inzwischen hat die moderne Elektronik Geräte entwickelt, die den Anforderungen mehr als die herkömmlichen Verfahren entsprechen. Ausgehend von dem Gedanken, daß bereits eine räumliche Trennung zwischen Meßfühler und Verstärker einerseits und Registrier- und Auswertungsgerät andererseits vorteilhaft sein müsse, wurden die sogenannten Telemetriegeräte entwickelt. G. BUCHBORN (1969) definiert in seiner 'Einführung in die Telemetrie' dieses Verfahren als "drahtbegundene oder drahtlose Übertragung von medizinischen und biologischen Meßwerten, die unter Zuhilfenahme einer elektronischen Signalaufbereitung zustande kommt".

   Für unsere Zwecke kommen in der Hauptsache drahtlose Verfahren in Betracht, da die Einschätzung der Bewegungsfreiheit der Versuchspersonen und ihre Behinderung durch Kabel usw. auf ein Minimum reduziert wird. Eine solche Telemetrieanlage besteht im wesentlichen aus zwei Teilen. Einem von der Versuchsperson zu tragenden, möglichst kleinen batteriebetriebenen Sender, welcher die von Meßfühlern über kleine Kabel zu ihm gelangenden elektrischen Impulse verstärkt und frequenzmoduliert als Gemisch verschiedener elektro-magnetischer Wellen, sozusagen chiffriert, über eine Antenne abstrahlt. Das Empfangsgerät kann in seiner Größe sehr variieren, es kann netzabhängig betrieben werden und hat die Aufgabe, die codierten (frequenzmodulierten) Signale aufzufangen, zu dechiffrieren und in Ab-

hängigkeit von der Zeit beispielsweise auf einem Monitor oder Schreiber sichtbar darzustellen.

4. Neben diesen telemetrischen Methoden werden heute noch Magnetspeicher (K.A. ROSENKRANZ 1969 et al., W.P. SCHANE 1967 et al., D. STEEGER 1968) und fotoelektrische Geber (G. PREUSCHEN 1966, K. MANNCHEN 1969, E. KLOTZBÜCHER et al. 1968, J. RUTENFRANZ 1969) verwendet. Der Informationsgehalt derartiger Meßverfahren erscheint gegenüber der telemetrischen Meßwerterfassung, die jede einzelne Herzaktion in ihrem zeitlichen Ablauf darzustellen und mit synchronem Kommentar zu versehen erlaubt, geringer.

2. Versuchsaufbau zur Messung der Beanspruchung von Busfahrern im Stadtverkehr:

Aus unseren Ausführungen bezüglich der Belastungen von Busfahrern im Stadtverkehr geht hervor, daß in der Hauptsache psychovegetative Beanspruchungen auftreten. Diese Beanspruchungen versuchen wir durch EKG- und EEG-Aufzeichnungen während der Fahrt zu erfassen.

Die EKG-Aufzeichnungen wurden im wesentlichen zur Festlegung der Herzfrequenz und zur Beurteilung bei Auftreten von Extrasystolen verwendet. Mit H.V. ULMER (1972) nehmen wir an, daß die Pulsfrequenz "vom Ausmaß

1. der dynamischen Arbeit,
2. der statischen oder Haltearbeit,
3. der psychischen Belastung,
4. der klimatischen Belastung"

beeinflußt wird. Weiterhin gilt nach ULMER: "Solange vorausgesetzt werden kann, daß die gemessene Arbeitspulsfrequenz im wesentlichen nur von einem der vier Faktoren bestimmt wird, ist eine Abschätzung der subjektiven Beanspruchung des Organismus mit Hilfe der Pulsfrequenz zulässig und möglich". In unserem Falle erscheinen die anderen Belastungen im Vergleich zur psychischen vernachläs-

sigbar gering und die fortlaufende Herzfrequenzregistrierung daher geeignet, einen Anhalt für die psychovegetative Belastung zu erbringen. In ähnlicher Richtung äußert sich auch L. BASSAN (1966) hinsichtlich des Aussagewertes der Pulsfrequenz: "Deswegen teilen wir die Ansicht, daß das vorgetragene experimentelle Material uns das Recht gibt, folgende Schlußfolgerungen zu ziehen:

1. Als physiologische Meßgröße ist die Herzfrequenz in der Lage, unter bestimmten Bedingungen eine Auskunft über das physiologische Geschehen im Organismus bei körperlicher Belastung zu geben.
2. Wichtige Voraussetzungen dafür sind:
   a) Die zuverlässige Erfassung der Veränderungen der Herzfrequenz vor, während und nach der Belastung.
   b) Die Verwendung derartiger Aufbereitungsverfahren, die in der Lage sind, die Spezifik der physiologischen Vorgänge wirklichkeitsgetreu wiederzugeben.
3. Einige Ergebnisse aus dem Bereich der psychisch-emotionellen und geistigen Betätigung des Menschen zeigen die Möglichkeit, die Veränderungen der Herzfrequenz als ein allgemeines Kriterium für das Verhalten des Organismus unter diesen Bedingungen auszunutzen".

II. LITERATURÜBERSICHT:

a) Bisherige Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe der Herzfrequenz:

1. Vor-Start Reaktion:

H. DUPUIS (1965) berichtet in einer Arbeit über fortlaufende Pulsfrequenzschreibung und ihre Interpretation über eine Pulserhöhung vor Beginn der Fahrt, die nach seinen Versuchen 15 - 27 Schläge/min. betrug. Er wertete diese Pulserhöhung als "unbewußten Vorgang der Neuanpassung und psychischen Einstellung auf die geforderte Koordinationsarbeit".

Über einen starken initialen Anstieg der Pulsfrequenz berichtet auch K. LUFF (1960), der Autor führt diesen jedoch auf die Anfangsbeschleunigung beim Anfahren zurück.

Wesentlich höhere Werte für diese 'Vor-Start-Reaktion' geben P. TAGGART et al. (1969) bei Rennfahrern an: "During the 15 minute periode bevore the start, heart rates of 150 to 180 were recorded in all ten drivers, increasing to between 180 and 210 by the time of the start".

2. Beanspruchung durch die Fahrt:

Bezüglich der Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems durch die Fahrt selbst werden in der Literatur verschiedene Auffassungen vertreten. So nimmt K. LUFF in der oben zitierten Arbeit eine "Kreislaufbelastung" an, abhängig

"1. von dem Risikoerlebnis der Verkehrssituation,
2. von der jeweiligen Beanspruchung der Bewußtseinskapazität,
3. von der Routine und Fahrpraxis,
4. von der inneren Einstellung zur Fahrtsituation (Leistungsbereitschaft),
5. von den psychologischen Momenten (z.B. fallender Erlebniswert der Umweltreize),
6. von der psychophysischen Leistungsfähigkeit des

Fahrers und seiner Disposition".

H. HOFFMANN (1961) kommt auf Grund einer Untersuchung an 116 gesunden Kraftfahrern zur Ansicht "... daß schon für den gesunden Kraftfahrer das Führen eines Kraftfahrzeuges bei ungestörtem Fahrtverlauf und übersichtlicher Verkehrssituation mit mäßiger Geschwindigkeit eine nachweisbare psychische Belastung bedeutet, die auch bereits zu Veränderungen der Pulsfrequenz führt. Es konnte weiter nachgewiesen werden, daß besonders kritische Verkehrssituationen, wie sie üblicherweise fast im Rahmen jeder Fahrt auftreten, Änderungen von Kreislaufgrößen bedingen, die schon bei gesunden Kraftfahrern zu pathologischen Werten führen. Die Untersuchungen zeigen, daß nicht etwa der objektive Risikogehalt einer Verkehrssituation, sondern das Risikoerlebnis entscheidend für die psychische Belastung ist".

Auch die oben bereits zitierte Arbeit P. TAGGARTs et al. berichtet über erhebliche Kreislaufbelastungen. "In the group without heart disease, a wide variation in heart rate occured. No increase compared with the resting rate was notet in 3 (9 %) while the remander all developed some degree of tachycardia, the fastest rates reaching 155/min".

BROICHER u. DUPUIS (1963) beschreiben beim Kraftfahrer das Auftreten kurzzeitiger Pulsfrequenzsteigerungen bis 40/min. bei Risikoerlebnissen. Eine Autobahnfahrt zeigte hingegen trotz hoher Geschwindigkeit einen gleichmäßig ruhigen Pulsverlauf.

Bei einer Langzeituntersuchung an Lok- und Triebwagenführern erhielt D. STEEGER (1968) Herzfrequenzdurchschnittswerte von 83,8 bis 96,5/min.. Nach seinen Beobachtungen wird das Gesamtpulsniveau überwiegend durch psychisch-emotionalle Anforderungen bestimmt.

Betonen die bisher zitierten Arbeiten die Belastung des Herz-Kreislaufsystems, so kommt K. BACHMANN et al (1970)

zu völlig konträren Schlußfolgerungen. Das Ergebnis kontinuierlicher telemetrischer Blutdruckmessungen an Kraftfahrern wird folgendermaßen beschrieben: "Der durch die Blutdrucktelemetrie bekannt gewordene Druckanstieg beträgt sowohl im Stadtverkehr als auch auf der Autobahn zum Teil nur wenige Torr und bleibt im Bereich der Normalverteilung. Bei mehr als 2 000 km telemetrisch überwachtem Autofahren konnte nicht ein einziger krisenhafter Druckanstieg beobachtet werden. ... die Aussage einer hämodynamisch nur unbedeutenden Belastung gilt auch für Fahrten mit höherer Geschwindigkeit über lange Strecken und mit höherem Schwierigkeitsgrad".

3. Zusätzliche psychische Beanspruchung:

Da in unserer Arbeit außer den Belastungen durch die Fahrt selbst noch andere psychische Belastungen eine Rolle spielen, wollen wir den Effekt psychischer Belastungsmöglichkeiten in unsere Literaturübersicht einbeziehen.

Auf diesem Gebiet ergeben sich interessante Aspekte aus einer Arbeit von E. KLOTZBÜCHER et al. (1968) Pulsfrequenzmessungen an höhengewohnten Arbeitern in Abschnitten von 103 bis 150 m, 150 bis 200 m und 200 bis 240 m ergaben mit zunehmender Höhe keine Änderung des Arbeitspulses. Der Arbeitspuls war eine alleinige Funktion der Arbeitsleistung. Die untersuchten Arbeiter waren offensichtlich einer Doppelbelastung ausgesetzt: Einerseits einer körperlichen, durch die Tätigkeit des Bauens, andererseits einer psychisch-vegetativen durch den Aufenthalt in großer Höhe. Bei dieser Konstellation wird die resultierende Pulsfrequenz alleine durch die körperliche Arbeit bestimmt.

In einer weiteren Arbeit (E. KLOTZBÜCHER et al. 1969) wurden 20 klinisch gesunden Hochschulabsolventen jeweils 10 Aufgaben getrennt nach Information und Ausführung vorgelegt. Dabei zeigte sich während der Information ein höherer Pulsfrequenzanstieg als während der Durchführung.

In dieselbe Richtung weisen Ergebnisse von P. CHRISTIAN (1970). Im Verlaufe tiefenpsychologischer Interviews ergab sich eine erhebliche momentane Pulsfrequenzsteigerung bei Berührung eines Konflikts, die bei Verbalisierung dieses Konflikts wieder zurückging.

b) Bisherige Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe des EEG:

Die Erforschung des Hirnstrombildes kann in zweifacher Hinsicht zur Bewertung der Beanspruchung unserer Busfahrer herangezogen werden.

1. Auswirkungen psychischer Belastung auf das EEG:

In seinen grundlegenden Arbeiten ordnet D.B. LINDSLEY (1960) einem "Verhaltenskontinuum von Erregung und Konzentration über entspannten Wachzustand, Müdigkeit und leichten Schlaf bis zum Tiefschlaf" ein "Kontinuum der EEG-Aktivität von flachen, hochfrequenten Betawellen über relativ hochgespannte, regelmäßige Alphawellen (etwa 10/sek.) bis zu den langsamen, sehr hochgespannten Deltawellen des Tiefschlafs" zu. Diese direkte Zuordnung bestimmter Wellentypen des EEG zu bestimmten affektiven Zuständen wird durch neuere Arbeiten zunehmend in Frage gestellt.

D. BECKER (1972) legt eine differenzierte Arbeit über "Hirnstromanalysen affektiver Verläufe" vor, die sich mit mehreren Theorien kritisch auseinandersetzt und eine komplexere Betrachtung nahelegt.

I.C. ASCHOFF (1970) stellt, ausgehend von grundlegenden Erkenntnissen, die von SEM-JACOBSEN bezüglich der Beziehung zwischen EEG und fliegerischer Leistungsfähigkeit gewonnen wurden, folgende Behauptung auf: "Paroxysmale Delta- und Thetamuster während besonders anstrengender Flugphasen treten gehäuft bei Unfallpiloten auf und weisen auf cerebrale Funktionsstörungen unter hohen Belastungen hin.

Eine weitere Arbeit beschäftigt sich mit EEG-Veränderungen in Leistungssituationen: H. LEGEWIE et al. (1969) untersuchen telemetrisch EEG-Veränderungen in Leistungssituationen. Eine Reihe von Aufgaben wie Schreiben, Rechnen, Linien nachfahren usw. wurden in einer sich im Grad der psychischen Anspannung steigernden Reihenfolge angeboten. Hierbei zeigte sich, daß unter Ruhe- und Leistungsbedingungen bei offenen Augen gegenüber dem EEG bei geschlossenen Augen eine Verminderung der Alpha-Aktivität auftrat, die jedoch bei längerem Offenhalten der Augen nur in einer Reduktion auf etwa 50 % des Ruhewertes bestand.

Der Grad der psychischen Beanspruchung zeigte keine Auswirkungen auf das EEG. Hingegen unterschieden sich visuomotorische Koordinationsaufgaben von Rechenaufgaben in der EEG-Aktivität.

Die occipitale Alphaaktivität zeigte eine unterschiedliche Verteilung: "Ein Drittel zeigten während der Tätigkeit eine Verminderung, wie sie den gängigen Vorstellungen über den Leistungseinfluß entspricht. Ebensoviele Versuchspersonen dagegen wiesen bei fast allen Aufgaben während der Tätigkeit mehr Alphaaktivität auf als unter Ruhebedingungen. Beim Rest fand sich bei einzelnen Aufgaben eine Vermehrung und bei anderen Aufgaben eine Verminderung".

In einer zweiten Untersuchung werden die Unterschiede zwischen visumotorischen Koordinationsaufgaben und anderen Aufgaben bei offenen und geschlossenen Augen untersucht und im wesentlichen die Ergebnisse der ersten Untersuchung bestätigt. Aus den Versuchsergebnissen werden folgende Schlüsse gezogen: "Als entscheidendstes Ergebnis haben unsere Untersuchungen eine Modifikation der Vorstellung über den Leistungseinfluß auf den Alpharhythmus erbracht: Im Gegensatz zur geläufigen Vorstellung führt der Übergang vom entspannten Wachsein zur Tätigkeit nicht generell zur Abnahme der Alphaaktivität ... danach stellt

sich unter Tätigkeit eher eine Mittellage der Alphaaktivität bzw. ein mittlerer Synchronisationsgrad ein. Bei niedriger Alphaaktivität unter Ruhebedingungen (z.B. bei offenen Augen) wird der mittlere Synchronisationsgrad durch Zunahme der Alphaaktivität erreicht, bei starker Alphaaktivität (geschlossene Augen) führt die Tätigkeit zur Abnahme der Alphaaktivität bzw. zur Desynchronisation. Für die Leistungskontrolle durch EEG-Kriterien ergeben sich aus diesen Modelluntersuchungen einige Folgerungen:

- Die Vorstellung, daß eine Zunahme der Alphaaktivität unter Tätigkeitsbedingungen einen Leistungsabfall ankündigt, gilt nicht in jedem Fall. Die Richtung der Alphaveränderungen ist offenbar wesentlich vom Ruhe- oder Ausgangsniveau mitbestimmt.
- Es scheint charakteristische und stabile individuelle Reaktionsweisen des EEG auf Leistungsbedingungen zu geben, deren Kenntnis zur Beurteilung des Leistungsverlaufes bedeutsam ist.
- Für die Beurteilung von EEG-Veränderung unter Leistungsbedingungen ist weniger die subjektive Beanspruchung durch die Leistung bedeutsam, als der Typ der geforderten Tätigkeit bzw. der beteiligten psycho-physiologischen Systeme".

Ähnlich beurteilen G. GRÜNEWALD et al. (1968) die Unterschiede zwischen visuomotorischen und kognitiven Tätigkeiten: "Im occipitalen Alphafrequenzbereich ist insbesondere das Nachfahren des Linienmusters in Normalsicht durch deutliche Vermehrung der Wellenhäufigkeit von allen anderen Versuchsaufgaben unterschieden".

2. Auswirkung der Ermüdung auf das EEG:

Hinsichtlich der Ermüdungskriterien im EEG besteht eine weitgehende Uneinigkeit.

R. GRÜTTNER et al. (1940) beschreibt den Einfluß der Er-

müdung folgendermaßen: "Die ersten Anzeichen von Ermüdung bestehen darin, daß der für den Wachzustand typische, vor allem über occipitalen Rindengebieten bei den meisten Individuen sehr regelmäßige Alpharhythmus in der Weise unregelmäßiger wird, daß die Amplitudengröße der aufeinander folgenden Wellen sich stärker und innerhalb kürzerer Zeitabstände ändert als dies normalerweise der Fall ist. Mit zunehmender Ermüdung finden sich außerdem immer häufiger Strecken, auf denen die Amplituden der Alphawellen im ganzen verkleinert sind; ... mit der Amplitudenverminderung geht ferner häufig ein Unregelmäßigwerden und eine Verlangsamung des Rhythmus der Alphawellen einher ...".

In der einzigen Arbeit, die uns im Zusammenhang mit EEG-Ableitungen in der Verkehrsmedizin bekannt geworden ist (H.G. NIEBELING et al. 1967), beobachteten die Autoren mit zunehmender Fahrtdauer bei Lokführern "... vermehrt Thetawellen im EEG ... die als Ausdruck einer fortschreitenden Ermüdung anzusehen sind. Auch während der Fahrt konnten über kurze Strecken bis zu 30 Sek.-Dauer ermüdungsbedingte Thetawellen registriert werden".

Über ein weiteres Kriterium der Ermüdung im EEG berichtet F. ZIDAN (1969). Durch einen Vergleich der subjektiven Aussagen seiner Versuchspersonen bezüglich ihres Ermüdungsgrades mit den jeweiligen EEGs findet er, daß kurze isoelektrische Strecken im Alpharhythmus bei geschlossenen Augen als Ermüdungszeichen zu werten sind.

III. Material und Methodik:

Unsere Untersuchungen wurden an 6 im Tübinger Stadtverkehr tätigen Busfahrern durchgeführt. Alle Fahrer wurden eingehend klinisch, laborchemisch und elektrokardiographisch untersucht.

Die telemetrischen Untersuchungen, die eine EKG- und eine EEG-Ableitung umfaßten, wurden jeweils über eine ganze Schicht durchgeführt. Die zeitliche Verteilung unserer Untersuchungen, der Arbeitszeiten und Pausen der Fahrer geht aus Tabelle 1 hervor (s. Tabelle 1, S.22). Fahrer V wurde während zweier Arbeitsschichten untersucht und erscheint darum als V und VII.

Für unsere EKG-Ableitung verwendeten wir die von P.A. VOGEL (1970) und H.C. MÄURER (1972) vorgeschlagenen prästernalen Ableitungen, die zwar keine differenzierte morphologische EKG-Auswertung erlauben, jedoch durch eine geringe Überlagerung mit Muskelpotentialen ausgezeichnet sind.

Für die EEG-Ableitung wurde die ebenfalls wenig durch Muskelpotentiale gestörte biparietale Ableitung verwendet. Der Sender des Telemetriegeräts wurde von den Fahrern auf dem Rücken getragen.

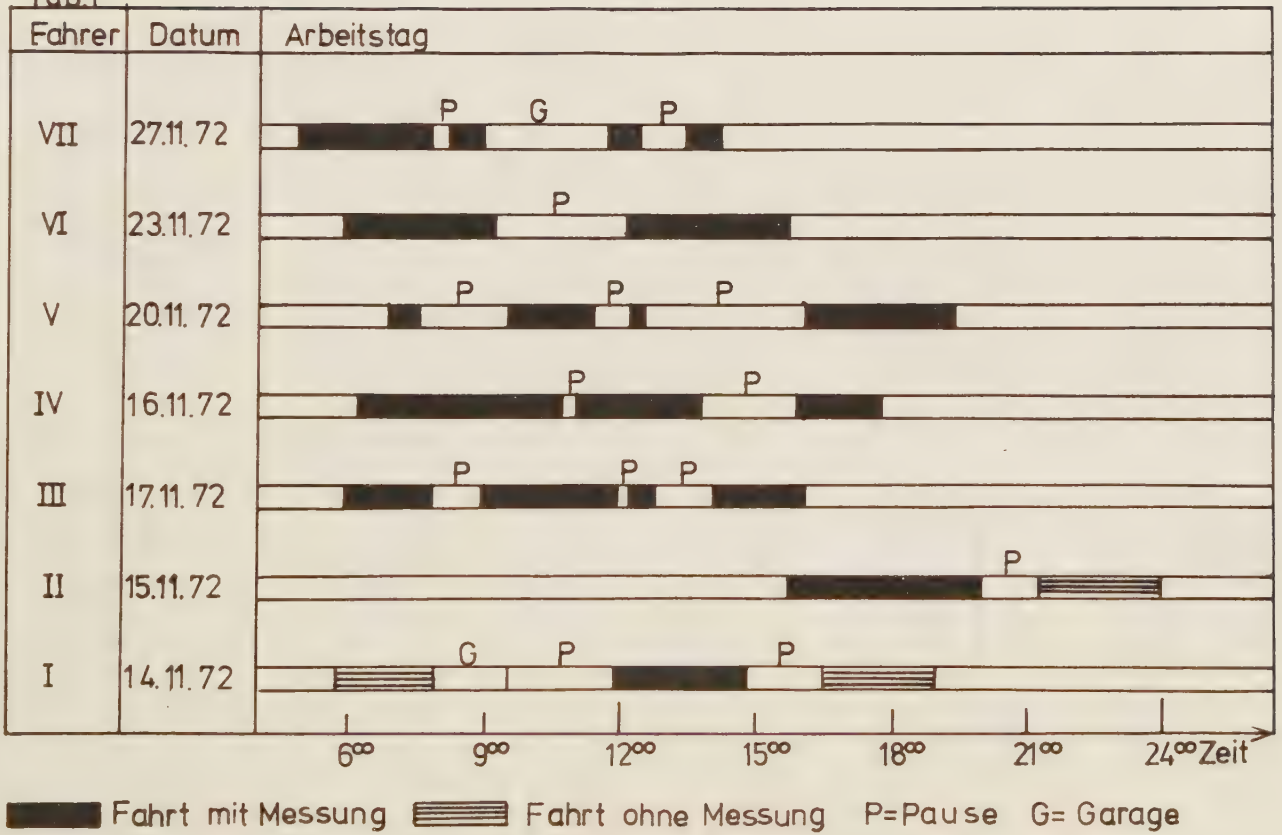
Das Empfangsgerät wurde auf einem Rücksitz des Busses installiert. Die empfangenden Signale wurden als Tonimpulse verschlüsselt auf einem Stereotonband gespeichert, dessen zweite Spur dazu verwendet wurde, einen synchronen Kommentar zu geben, was einer synchronen Protokollierung entspricht.

Die Auswertung der auf Tonband gespeicherten Protokolle erfolgte durch Darstellung auf einem EEG-6-fach-Schreiber, der EKG- und EEG-Kurven synchron aufzeichnete. Das gesprochene Protokoll wurde sofort stichwortartig auf das EEG-Papier geschrieben. Grundlage unserer Interpretation

bilden die jeweils für 20-Sek.-Zeiträume ausgezählten Herzfrequenz-Werte. Diese wurden gemeinsam mit Protokoll und Uhrzeit in Tabellen zusammengefaßt, die ihrerseits Grundlage der folgenden tabellarischen und graphischen Darstellungen sind. Dabei wurden die 20-sec-Werte, der besseren Vergleichbarkeit wegen, in 1-min-Werte umgerechnet.

Die EEG-Kurven wurden, soweit sie nicht durch Wechselströme oder Muskelpotentiale völlig entstellt waren, für geschlossene Augen an Haltestellen und bei offenen Augen an Haltestellen und bei der Fahrt getrennt, für die einzelnen Fahrten beschrieben und ausgezählt.

Tab.1


Fahrer
Datum
Arbeitstag
VII
27.11.72
P
G
P
VI
23.11.72
P
V
20.11.72
P
P
P
IV
16.11.72
P
P
III
17.11.72
P
P
P
II
15.11.72
P
I
14.11.72
G
P
P
6⁰⁰
9⁰⁰
12⁰⁰
15⁰⁰
18⁰⁰
21⁰⁰
24⁰⁰
Zeit
Fahrt mit Messung
Fahrt ohne Messung
P=Pause
G= Garage

IV. ERGEBNISSE:

a) Ergebnisse der klinischen und laborchemischen Untersuchungen:

Fahrer I:

Türke, 37 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig
Eigene Anamnese:	Keine ernsthaften Krankheiten; Busfahrer seit 7 Jahren; treibt jetzt wenig Sport, hat jedoch bis vor 2 Jahren viel Sport getrieben; raucht 20 Zigaretten pro Tag; trinkt morgens 2 Tassen Kaffee und täglich ungefähr 2 Schnäpse und 1 Bier.
Klinische Untersuchung:	Hautfarbe blass, sonst kein Anhalt für krankhafte Veränderungen, RR 125/70 mmHg, Ruhepuls 60/Min..
Laborchemische Untersuchung:	Blutbild unauffällig, Blutsenkung unauffällig, Urinbefund unauffällig, Enzyme im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinin, Gesamteiweiß, Eisen- und Kupferspiegel im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.
EKG:	Linkstyp, Sinusrhythmus, P 0,1, QRS 0,08, PQ 0,16, QT 0,36.
Beurteilung:	oB.
Vitalogramm:	1 Sek.-Wert 3,3 l, Vitalkapazität: 3,8 l.
Beurteilung:	oB.
Zusammenfassung:	Anamnestisch, klinisch, laborchemisch und elektrokardiographisch: Kein Anhalt für eine Erkrankung innerer Organe. Ruhepulsfrequenz: 60/Min..

Fahrer II:

Italiener, 34 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig.
Eigene Anamnese:	Husten mit etwas Auswurf, Hämorrhoiden, Busfahrer seit 1/2 Jahr, treibt keinen Sport, raucht nicht, trinkt cirka 3 - 5 Tassen Kaffee und 1 - 2 Flaschen Bier täglich.
Klinische Untersuchung:	Unauffällig, atemabhängig gespaltener zweiter Herzton, RR 125/70 mmHg, Ruhepuls 58/Min..
Laborchemische Untersuchung:	Blutbild, Blutsenkung, Urinbefund unauffällig, Enzyme im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinen, Gesamteiweiß, Eisen- und Kupferspiegel im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.
EKG:	Indifferenz bis Linkstyp. Sinusrhythmus, P 0,1, QRS 0,1, PQ 0,15, QT 0,38.
Beurteilung:	o.B.
Vitalogramm:	Nicht auswertbar.
Zusammenfassung:	Anamnestisch, klinisch, laborchemisch und elektrokardiographisch kein Anhalt für eine Erkrankung innerer Organe. Ruhepulsfrequenz: 58/Min..

Fahrer III:

Italiener, 29 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig (Bruder von Fahrer II).
Eigene Anamnese:	Häufig Magenschmerzen, zweimal konservative Ulcusbehandlung (Nachtrag: Am 29. Juni 1973 Operation nach B II). Busfahrer seit 4 Jahren, seit dem 12. Lebensjahr bis jetzt ausgeprägte

	sportliche Betätigung (Fahrradrennen, Fußballspiel usw.), raucht nicht, trinkt morgens 1 - 2 Tassen Kaffee und cirka 1 Flasche Bier pro Tag.
Klinische Untersuchung:	Kein Anhalt für krankhafte Veränderungen. RR 140/60 mmHG, Ruhepuls 53/Min..
Laborchemische Untersuchung:	Blutbild, Blutsenkung, Urinbefund unauffällig, Enzyme im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinin, Gesamteiweiß, Eisenspiegel im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.
EKG:	Indifferenztyp, Sinusrhythmus, P 0,1, QRS 0,1, PQ 0,15, QT 0,38.
Beurteilung:	o.B.
Vitalogramm:	1 Sek. Wert 4,1 l, Vitalkapazität: 5,5 l
Beurteilung:	o.B.
Zusammenfassung:	Anamnestisch: Rezidivierende Ulcera duodeni klinisch und laborchemisch: Kein Anhalt für eine sonstige Erkrankung innerer Organe. Körperlich gut trainierter Proband. Ruhepulsfrequenz: 53/Min..

Fahrer IV:

Italiener, 39 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig.
Eigene Anamnese:	Keine ernsthaften Krankheiten, Busfahrer seit 12 Jahren, treibt sehr viel Sport (schwimmt im Sommer 2 km pro Tag, im Winter Waldlauf), raucht nicht, trinkt keinen Kaffee und weniger als 1 Flasche Bier pro Tag.
Klinische Untersuchung:	Kein Anhalt für krankhafte Veränderungen, RR 125/75 mmHG, Ruhepuls 60/Min..

Laborchemische Untersuchung:	Blutbild, Blutsenkung, Urinbefund unauffällig, Enzyme im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinin, Gesamteiweiß, Eisen- und Kupferspiegel im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.
EKG:	Linkstyp, Sinusrhythmus, P 0,1, QRS o,1, PQ 0,18, QT 0,36.
Beurteilung:	o.B.
Vitalogramm:	1 Sek.Wert 5,0 l, Vitalkapazität: cirka 6,5 l.
Beurteilung:	o.B.
Zusammenfassung:	Anamnestisch, klinisch, laborchemisch und elektrokardiographisch: Kein Anhalt für eine Erkrankung innerer Organe, sportlich sehr gut trainierter Proband. Ruhepulsfrequenz: 60/Min..

Fahrer V:

Deutscher, 33 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig.
Eigene Anamnese:	Blutungsneigung (Nierenblutung vor cirka 10 Jahren). Busfahrer seit 5 Jahren, treibt keinen Sport (vor 10 Jahren Hand- und Fußball), raucht cirka 40 Zigaretten pro Tag, trinkt keinen Kaffee, aber 4 - 5 Flaschen Bier pro Tag.
Klinische Untersuchung:	Kein Anhalt für krankhafte Veränderungen, RR 130/85 mmHG. Ruhepuls 83/Min..
Laborchemische Untersuchung:	Blutbild, Blutsenkung, Urinbefund unauffällig, Enzyme im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinin, Gesamteiweiß, Eisen- und Kupferspiegel im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.

EKG:	Indifferenztyp, Sinusrhythmus, P 0,1, QRS 0,1, PQ 0,15, QT 0,35.
Beurteilung:	o.B.
Vitalogramm:	1 Sek.Wert 4 l, Vitalkapazität: 5,6 l
Beurteilung:	o.B.
Zusammenfassung:	Anamnestisch, klinisch, laborchemisch und elektrokardiographisch: Kein Anhalt für eine Erkrankung innerer Organe, Ruhepulsfrequenz: 83/Min..

Fahrer VI:

Deutscher, 50 Jahre

Familienanamnese:	Unauffällig.
Eigene Anamnese:	Osteomyelitis mit 14 bis 15 Jahren, Granatsplitter in der Lunge seit dem Krieg, vor 16 Jahren Blinddarmoperation, vor 2 Jahren Nabelbruch- und Hämorrhoidenoperation. Busfahrer seit 20 Jahren, treibt keinen Sport, raucht cirka 30 Zigaretten pro Tag, trinkt keinen Kaffee, aber mittags 1/4 l, abends cirka 1 l Wein pro Tag.
Klinische Untersuchung:	Leicht verstärkte Venenzeichnung der Bauchdecke, geringe prätibiale Ödeme und eine Lebervergrößerung von 3 QF in der MCL, RR 150/80 mmHG, Ruhepuls 82/Min..
Laborchemische Untersuchung:	Blutbild, Blutsenkung, Urinbefund unauffällig, Transaminasen im Normbereich, alkalische Phosphatase mit 213,8 mU und γ-GT mit 48,6 mU erhöht; Cholinesterase im Normbereich, Harnstoff, Blutzucker, Blutfette, Bilirubin, Creatinin, Gesamteiweiß im Normbereich, Elektrophorese unauffällig.

EKG:	Linkstyp, Sinusrhythmus, P 0,1, QRS 0,08, PQ 0,18, QT 0,32.
Beurteilung:	o.B.
Vitalogramm:	1 Sek.Wert 2,6 l, Vitalkapazität: 41.
Beurteilung:	o.B.
Zusammenfassung:	In Anbetracht der erhobenen Anamnese, der Erhöhung der γ- GT und alkalischen Phosphatase und des Tastbefundes ist eine ausgeprägte Fettleber mit mäßiggradiger Funktionsstörung durch Fibrosierungsvorgänge anzunehmen.

b) Ergebnisse der telemetrischen EKG-Untersuchungen:

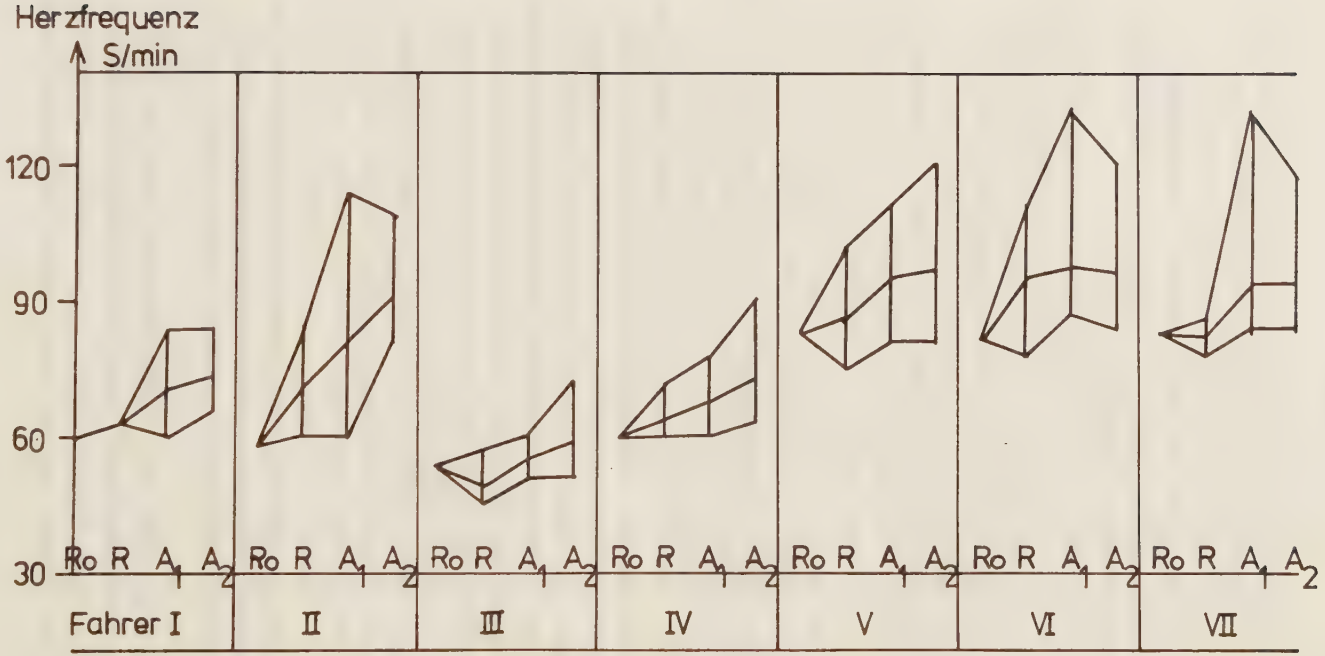
1. Verteilung der Herzfrequenzen insgesamt:

Betrachten wir zunächst die Werte, die in unserer Tabelle (s. Tabelle S.71) unter R (relative Ruhe) aufgeführt sind. Es handelt sich dabei um Werte, die von uns künstlich erhalten wurden, da diese Situation normalerweise bei der Tätigkeit der Busfahrer nicht vorkommt. Wir haben dabei so gut als möglich das System, das wir für besonders belastet halten, nämlich das sensuomotirische, ausgeschaltet. Der Fahrer sitzt entspannt (Ausschaltung des motorischen Systems), wobei allerdings die statische, für das Sitzen selbst aufzuwendende Beanspruchung vorhanden ist. Von den Afferenzen wurden nur die optischen ausgeschaltet, da sie einerseits den wohl größten Teil der Beanspruchung bedingen, andererseits eine zusätzliche Ausschaltung der akkustischen Afferenzen einen apparativen Mehraufwand und somit eine zusätzliche Belastung bedeutet hätte. Die gewonnenen Werte stellen also relative Ruhewerte bezüglich des sensuomotorischen Systems dar. Die erhaltenen Frequenzen

zeigen eine erhebliche Streuung zwischen den einzelnen Fahrern. Die absolut niedrigste Durchschnittsfrequenz erhielten wir von Fahrer III mit umgerechnet 49,5/min. (s.S. 71). Die bei diesem Fahrer erhobene Magenulcusanamnese legt die Vermutung nahe, daß es sich um einen ausgesprochenen Vagotoniker handelt.
Der Fahrer mit dem absolut höchsten Ruhefrequenzdurchschnitt von umgerechnet 96/min. war gleichzeitig der älteste Fahrer der untersuchten Gruppe. Die folgende Graphik (Diagramm 1) stellt die bei den einzelnen Fahrern gemessenen relativen Ruhefrequenzen mit ihrer Variationsbreite nach oben und unten dar. Gleichzeitig sind die Frequenzen mit Streuung für die absolute Ruhe ohne Ausschaltung des visuomotorischen Systems (R_o) - dabei handelt es sich um Werte, die wir bei der Untersuchung im Institut am liegenden Fahrer gewonnen haben - für die Arbeit der Fahrer an den Haltestellen (A_I) und für die Arbeit während der Fahrt (A_2) dargestellt. Es geht aus diesen graphischen Darstellungen ohne weiteres hervor, daß die Unterschiede zwischen den Fahrern größer sind als die zwischen den beiden Tätigkeiten. Die Graphik zeigt die Verhältnisse für die einzelnen Fahrer; dabei ergibt sich in fast allen Fällen ein Anstieg der Durchschnittsfrequenz von absoluter zu relativer Ruhe, von relativer Ruhe zur Arbeit an der Haltestelle und ein weiterer Anstieg von dieser zur Arbeit bei der Fahrt. Diese Anstiege betragen von absoluter Ruhe (R_o) zu relativer Ruhe (R) 3,0 - 14 S/min., von relativer Ruhe (R) zur Haltestellenarbeit (A_1) von 2,64 S/min. bis 11,75 S/min., von (R) zur Arbeit während der Fahrt (A_2) von 1,38 S/min. bis 20,5 S/min. (vgl. Diagramm 1, S.30).

Zwei der untersuchten Fahrer zeigten von absoluter (RO) zu relativer Ruhe (R) einen Abfall der Herzfrequenz von 3,5 S/min. (Fahrer III) und 0,03 S/min. (Fahrer VII).

Diese durchschnittlichen Steigerungsraten wären nun freilich nicht übermäßig hoch, wenn es sich dabei um körperliche Belastungen handeln würde, d.h., wenn einer Zeit des Anstiegs ein Plateau folgen würde, dessen Höhe unsere Durch-



R_o = absolute Ruhe A_1 = Haltestellenarbeit

R = relative Ruhe A_2 = Fahrtarbeit

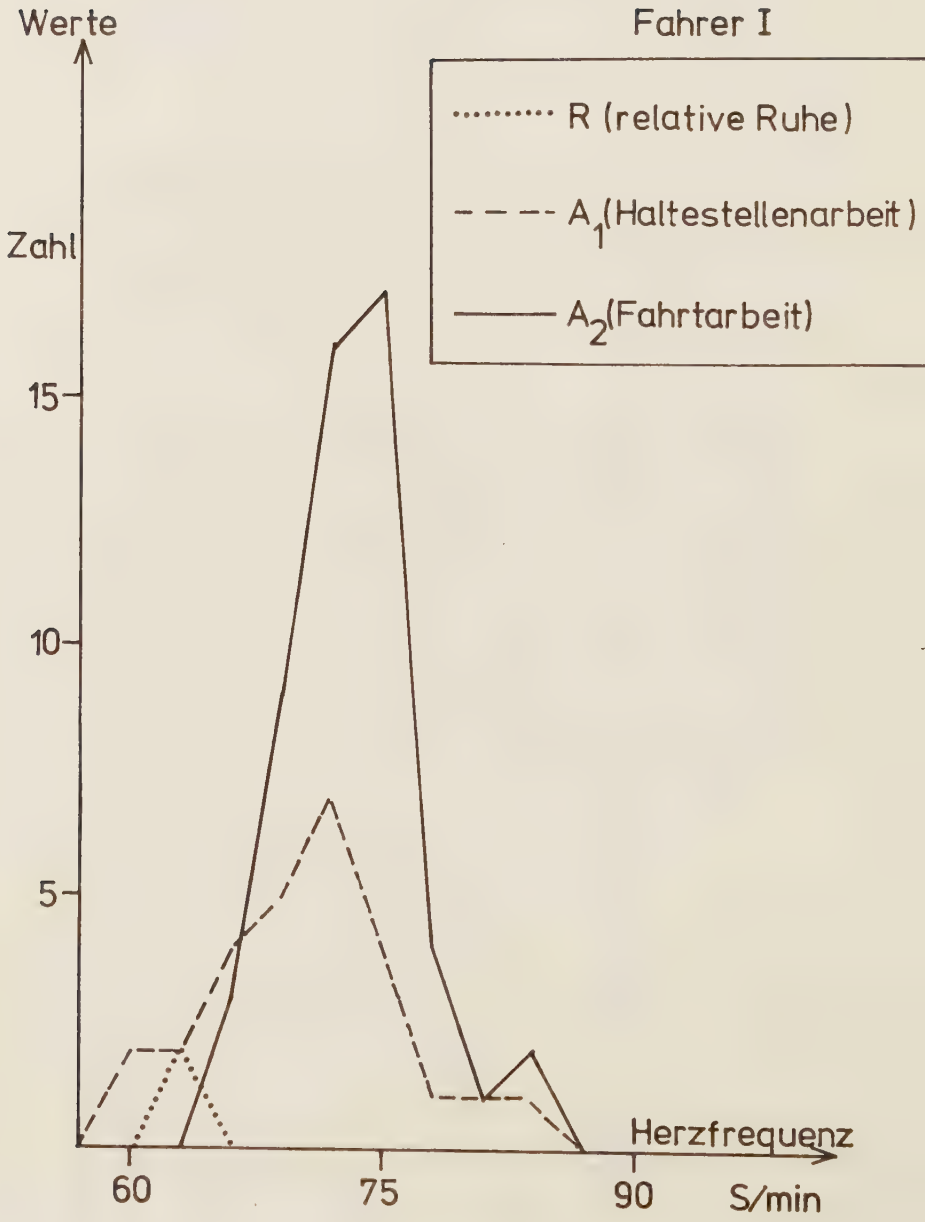
schnittswerte repräsentierten. Die Verhältnisse bei vorwiegend psychischer Belastung sind jedoch ganz anders. Die Momentanfrequenzen schwanken außerordentlich stark, sodaß eine Betrachtung der Schwankungsbreiten eher Aufschluß zu geben verspricht (s. Tabelle 2 , S.71).

Die kleinste Schwankung in relativer Ruhe weist Fahrer I auf mit 0 Schlägen, die größte Fahrer VI mit 33 Schlägen. Bei Haltestellenarbeit zeigt die kleinste Schwankung Fahrer III mit 9 Schlägen, die größte Schwankung Fahrer V mit 48 Schlägen. Bei der Fahrt wurde die kleinste Schwankung von 18 Schlägen bei Fahrer I, die größte von 39 Schlägen bei Fahrer V, festgestellt.

Es fällt auf, daß sowohl die Schwankungsbreite, wie auch die absolute Höhe der Pulsfrequenzen bei den Fahrern I, III und IV niedriger ist, als bei den anderen Fahrern (s. Diagramm 1). Aus den Anamnesen können wir in diesem Zusammenhang entnehmen, daß zwei dieser Fahrer besonders gut trainiert und sportlich aktiv sind. Außerdem haben die beiden Fahrer (III und IV) angegeben, nicht zu rauchen, wenig Kaffee und Alkohol zu trinken.

Einen Überblick über die Häufigkeit des Vorkommens der einzelnen 20 Sek.-Werte geben die folgenden Diagramme (Diagramme 2 a - g).

Diagramm 2 a


Werte
Fahrer I
R (relative Ruhe)
A1 (Haltestellenarbeit)
A2 (Fahrtarbeit)
Zahl
15
10
5
Herzfrequenz
60
75
90
S/min

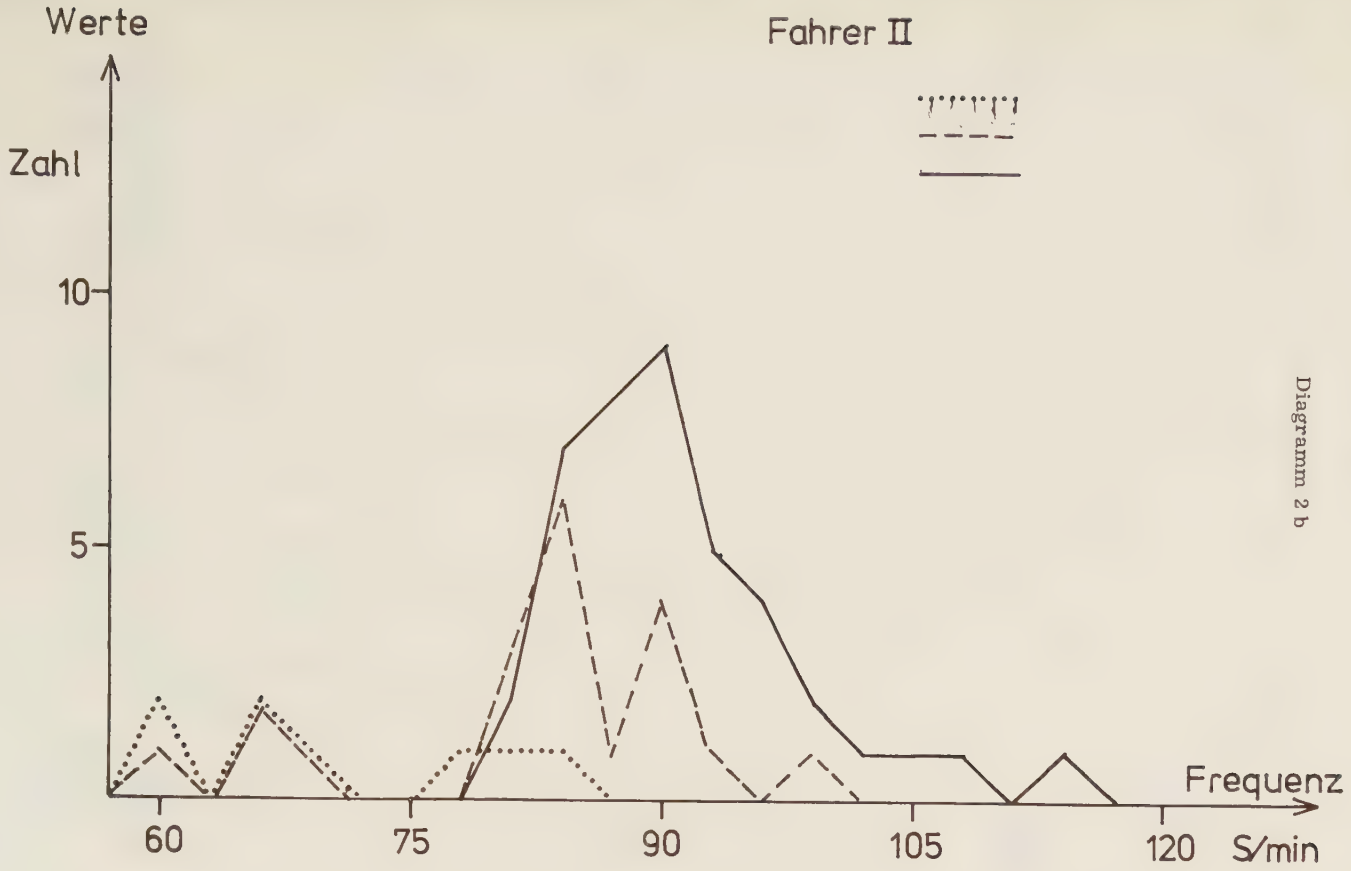


Diagramm 2 b

Diagramm 2 c

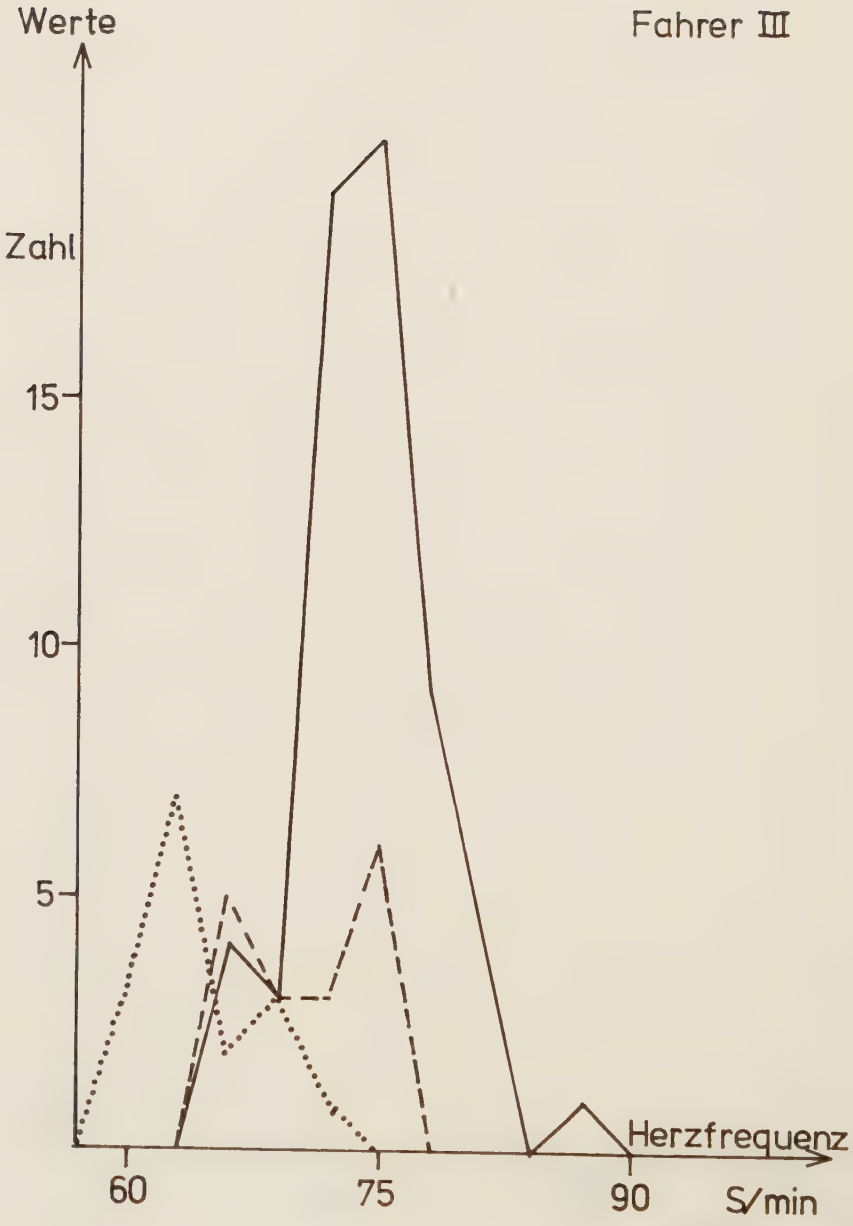


Diagramm 2 d

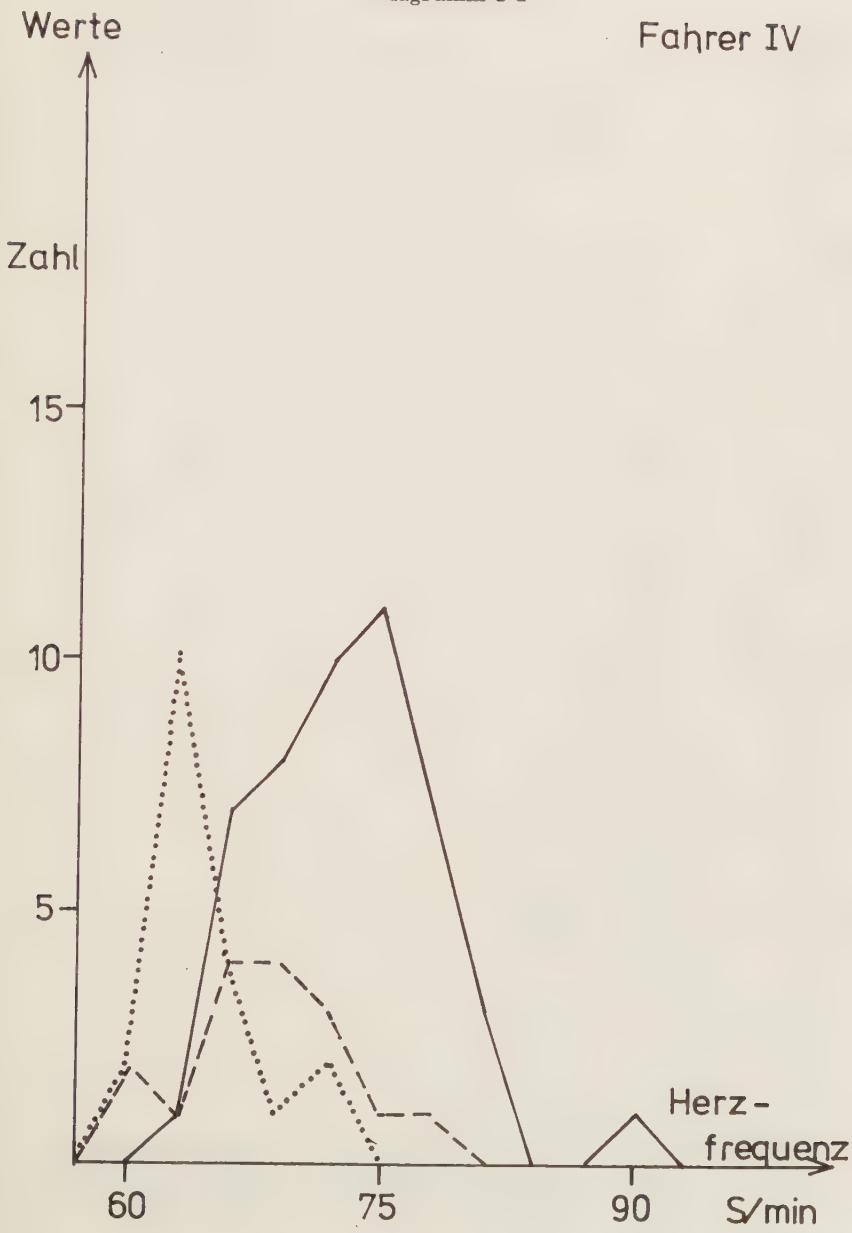


Diagramm 2 e

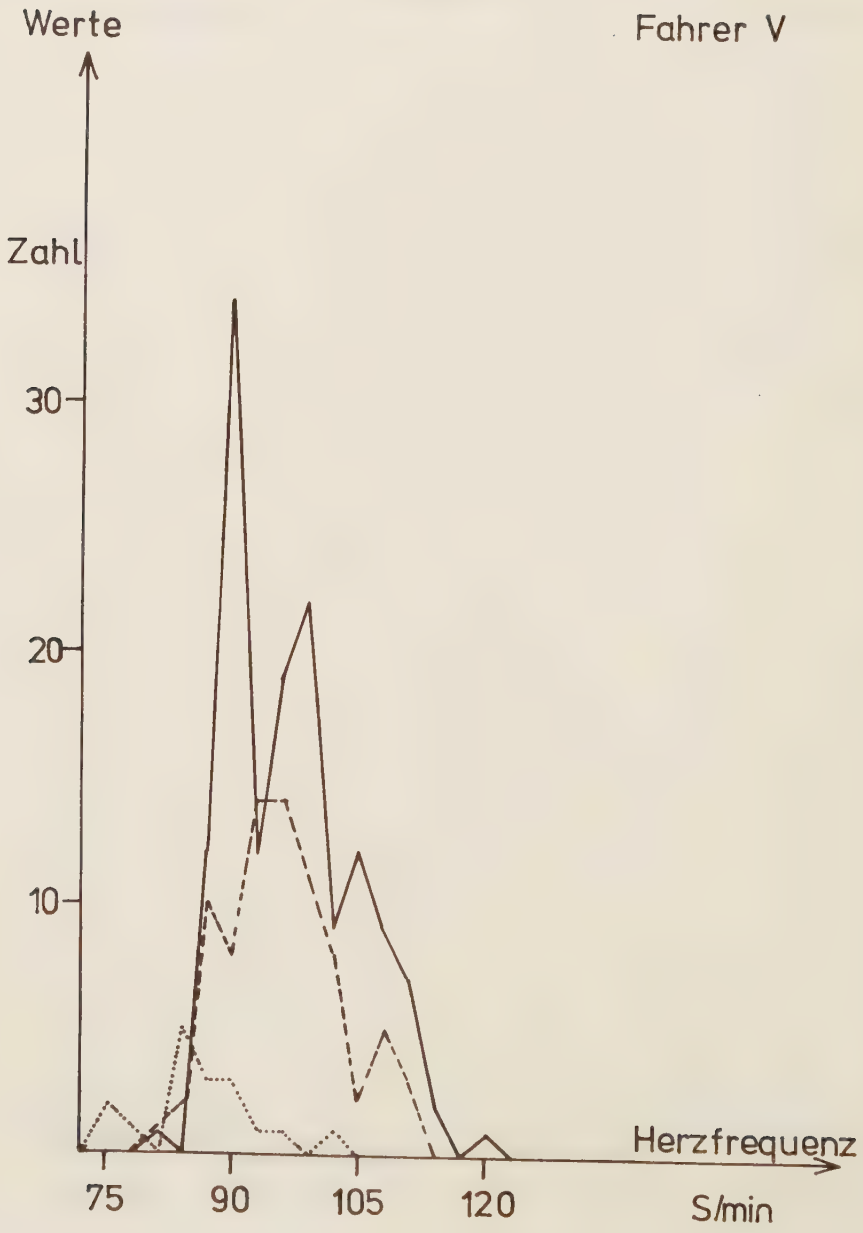
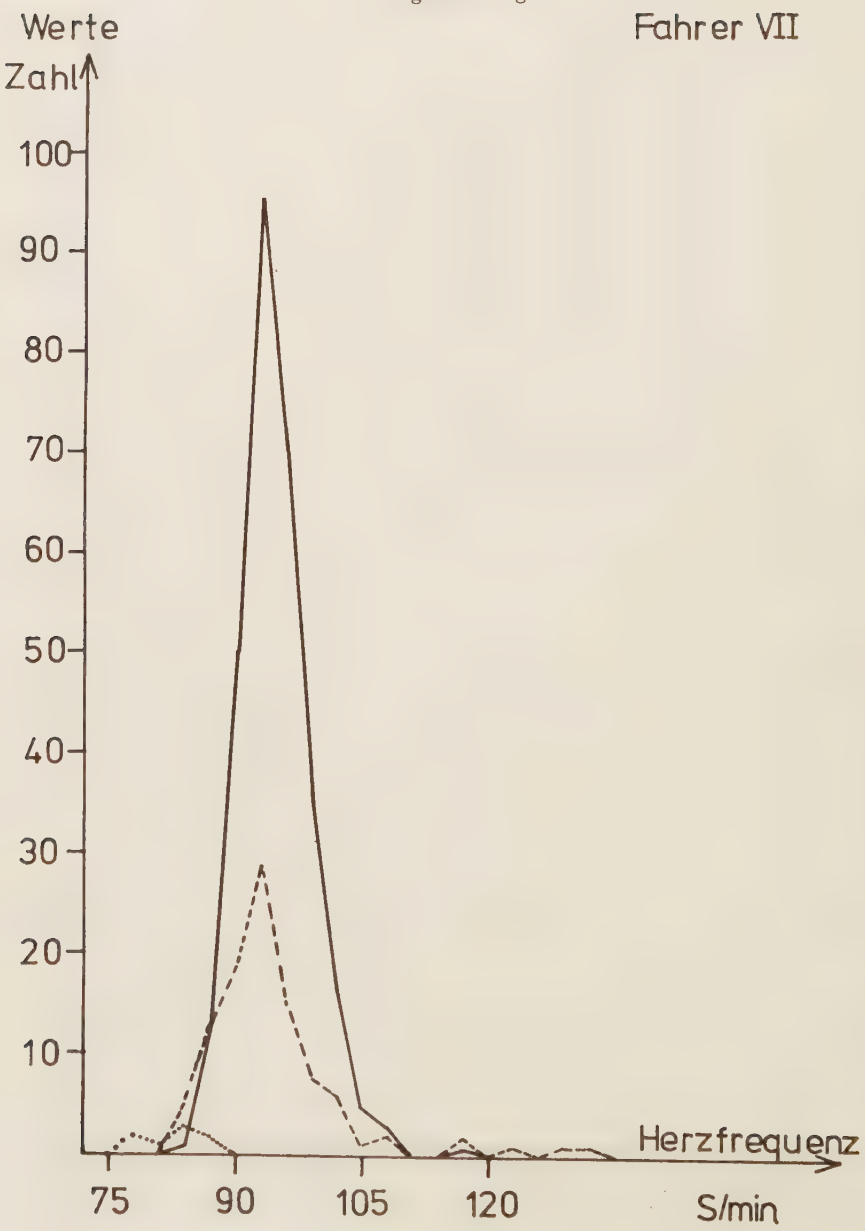


Diagramm 2 f

Werte
Fahrer VI
Zahl
10
5
R (relative Ruhe)
A1 (Haltestellenarbeit)
A2 (Fahrtarbeit)
Herzfrequenz
75
90
105
120
135
S/min

Diagramm 2 g


Werte
Fahrer VII
Zahl
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
Herzfrequenz
75
90
105
120
S/min

Ihnen ist zu entnehmen, daß Extremwerte gegenüber mittleren Frequenzen bei fast allen Fahrern verhältnismäßig selten erscheinen und daß weiter, die niedrigen Extremwerte immer von R (relative Ruhe) oder A_1 (Haltestellenarbeit) geliefert werden. (Bei den Fahrern III, V, VI, VII von R, bei Fahrer I von A_1; bei den Fahrern II und IV von R und A_1.)

Die hohen Extremwerte stammen von A_1 oder A_2 (Fahrtarbeit; d.h. Fahrer II, VI, VII von A_1, Fahrer III, IV, V von A_2, Fahrer I von A_1 und A_2).

2. Verteilung der Herzfrequenzen im Tagesverlauf:

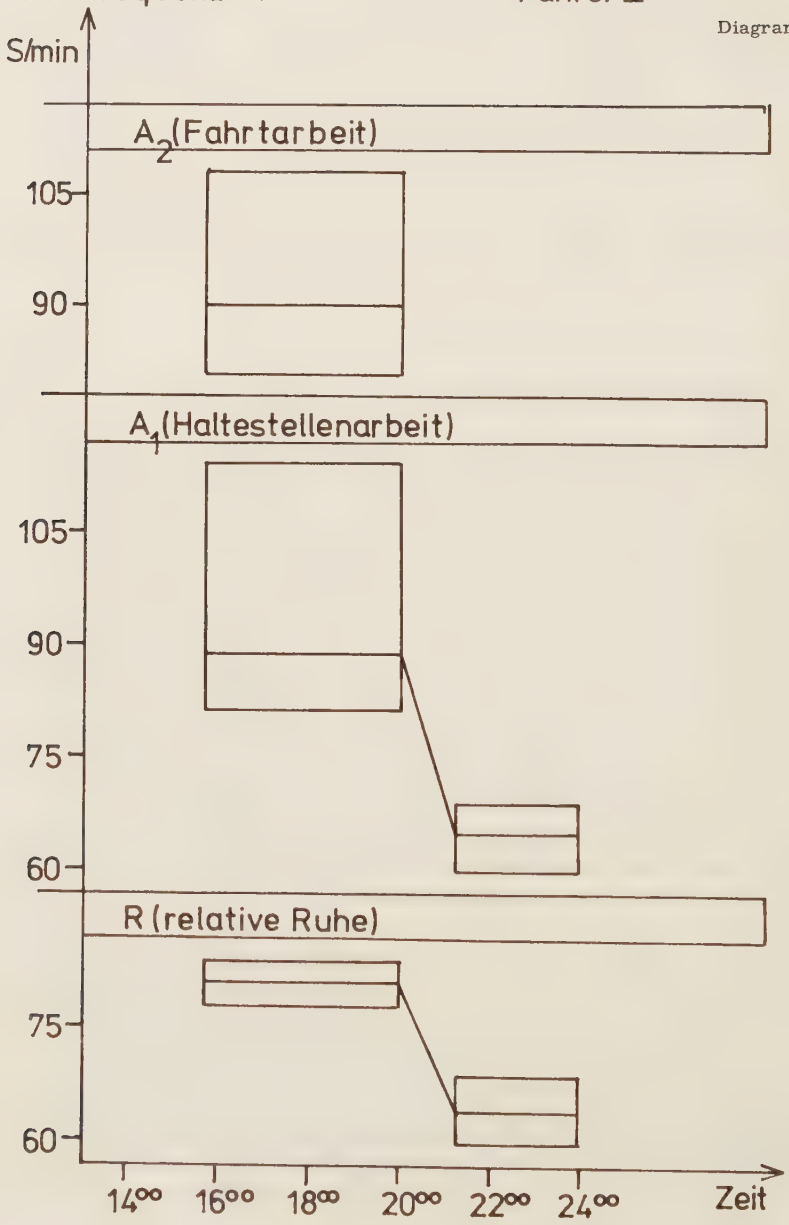
Um die Veränderungen innerhalb der Wertegruppen R, A_1 und A_2 darzustellen, wurden diese nochmals zeitlich aufgegliedert (Tabelle 3 , S. 72 und Diagramm 3 a - 3 f). Ihnen können wir entnehmen, daß unter den Bedingungen R (relative Ruhe) bei Fahrer II, III und IV der jeweils 1. gemessene Fahrtabschnitt die höchsten Durchschnittsfrequenzen aufweist. Alle späteren Abschnitte zeigen bei diesen Fahrern niedrigere Durchschnittsfrequenzen als die jeweils vorhergehenden. Fahrer V zeigt lediglich im zweiten gemessenen Fahrtabschnitt eine geringe Erhöhung der Durchschnittsfrequenz, sinkt aber im 3. Abschnitt wie die oben beschriebenen Fahrer mit der Durchschnittsfrequenz ab. Lediglich Fahrer IV zeigt unter den Bedingungen R (relative Ruhe) im Tagesverlauf ein völlig inverses Verhalten: Seine Durchschnittsfrequenz steigt von jedem Abschnitt zum nächsten an.

Unter den Verhältnissen A_1 (Haltestellenarbeit) finden wir ein Absinken der Durchschnittsfrequenz von jedem Abschnitt zum nächsten bei den Fahrern II, V, VI und VII. Fahrer IV zeigt zunächst einen leichten Anstieg, später ein deutliches Absinken, während diesmal Fahrer III invers reagiert und von jedem Abschnitt zum nächsten einen Anstieg der Pulsfrequenz aufweist.

Herzfrequenz

Fahrer II

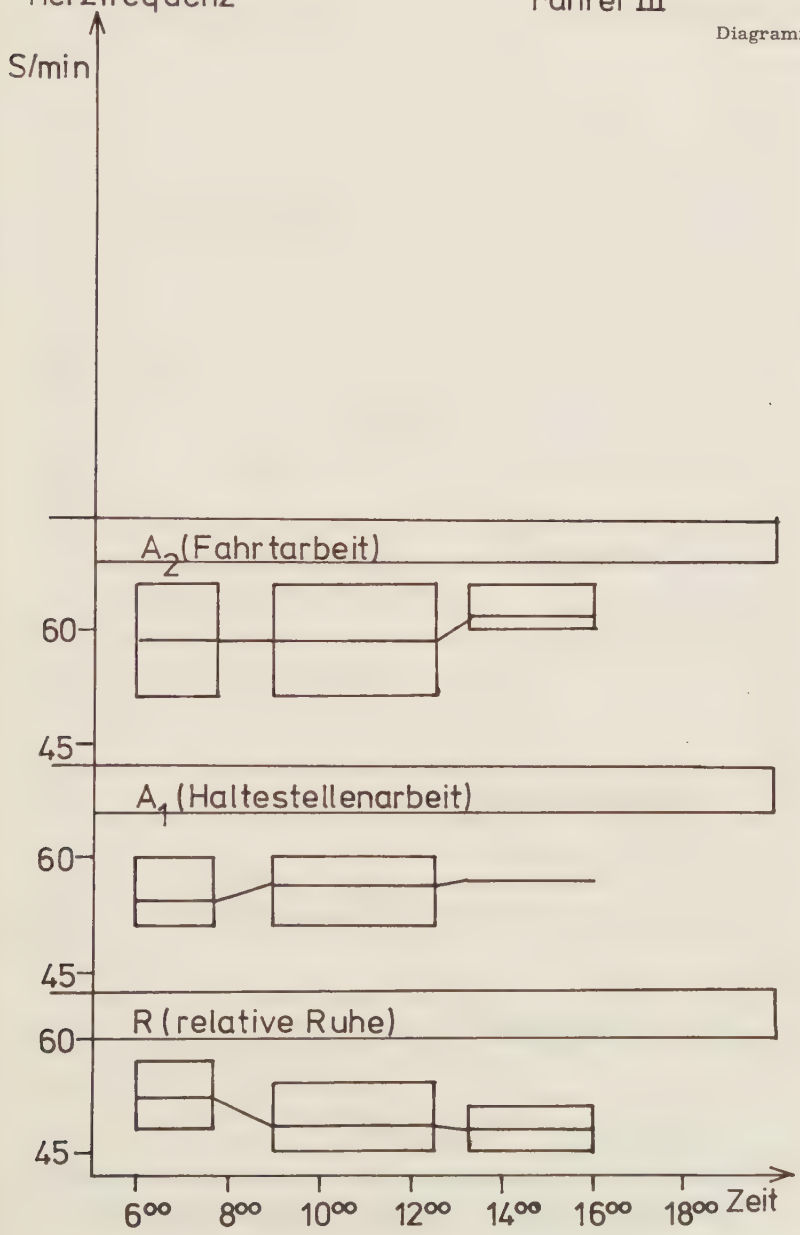
Diagramm 3 a



Herzfrequenz

Fahrer III

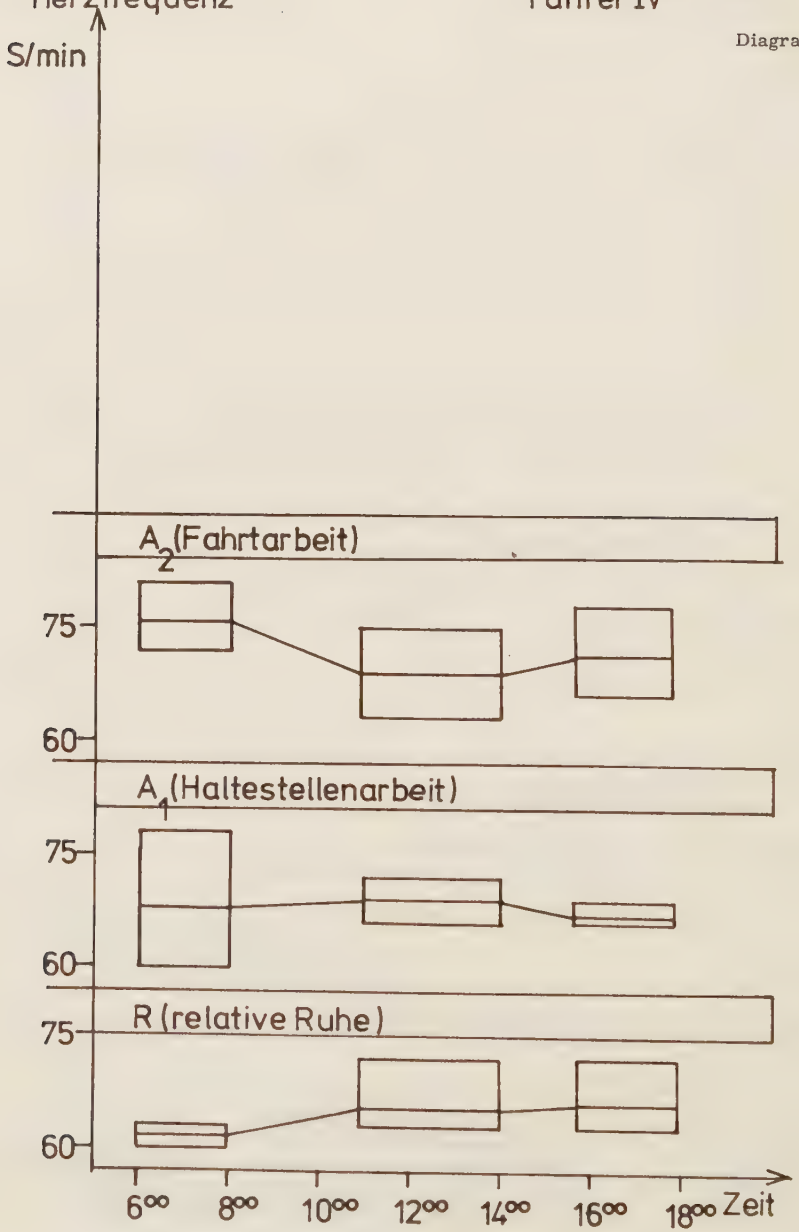
Diagramm 3 b



Herzfrequenz

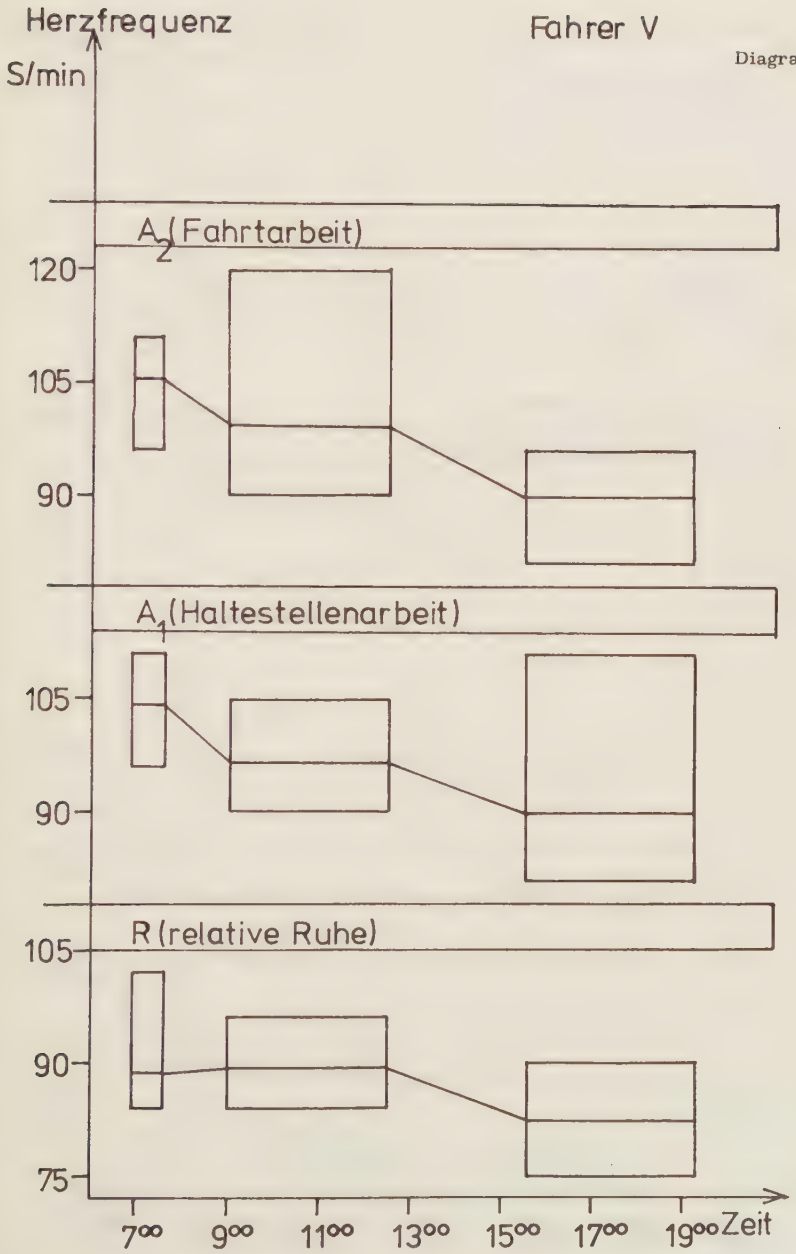
Fahrer IV

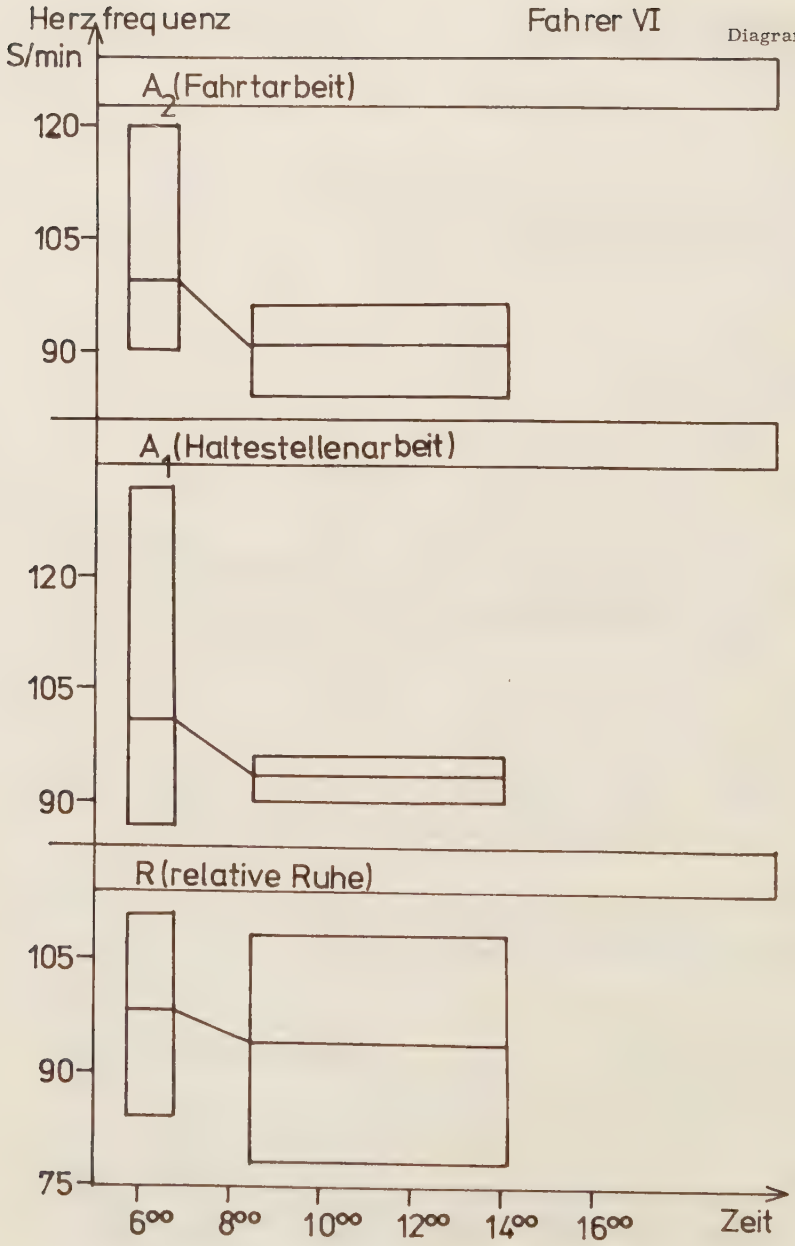
Diagramm 3 c



Fahrer V

Diagramm 3 d

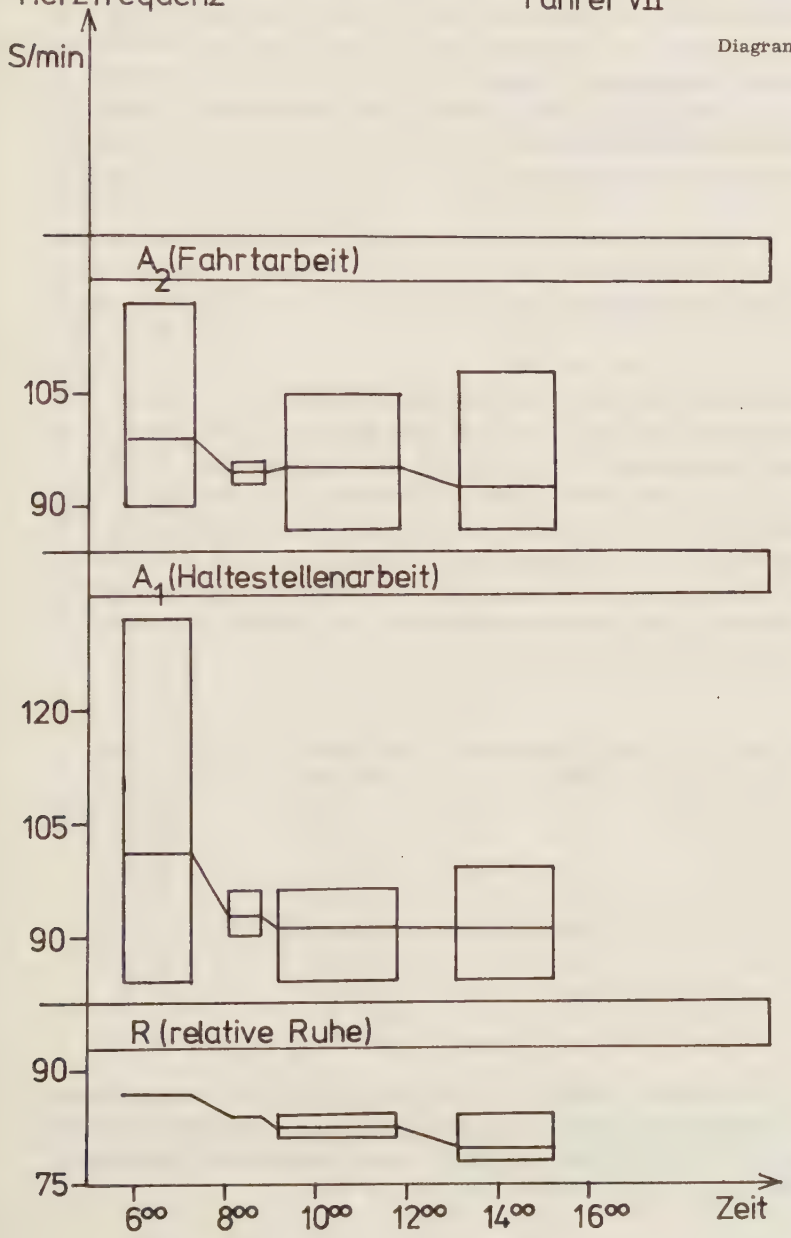



Herzfrequenz
S/min
Fahrer VI
Diagramm 3 e
A2 (Fahrtarbeit)
120
105
90
A1 (Haltestellenarbeit)
120
105
90
R (relative Ruhe)
105
90
75
6oo
8oo
10oo
12oo
14oo
16oo
Zeit

Herzfrequenz

Fahrer VII

Diagramm 3 f



Schließlich beobachten wir unter den Bedingungen A_2 (Fahrtarbeit) einen kontinuierlichen Rückgang der Durchschnittsfrequenz bei den Fahrern V und VI und einen fast kontinuierlichen Rückgang bei Fahrer VII. Fahrer IV zeigt zunächst einen Abfall, dann einen Anstieg der durchschnittlichen Frequenz, während wir bei Fahrer III einen kontinuierlichen Anstieg vorfinden.

3. Besondere Situationen:

aa) Vorstartreaktion:

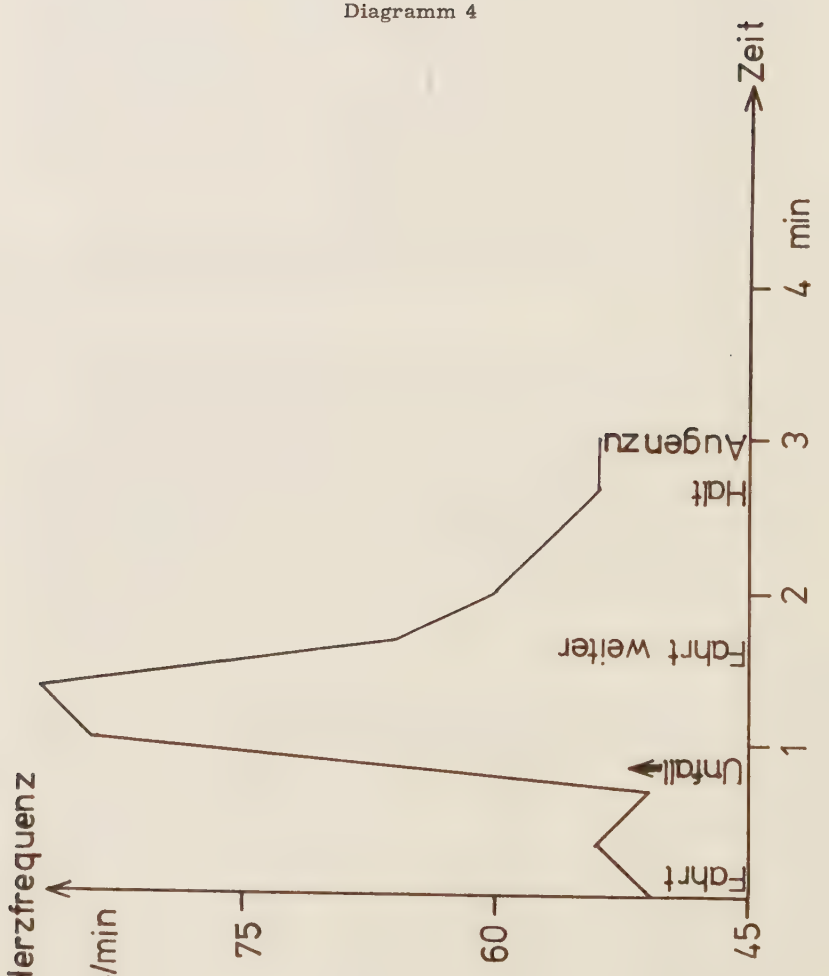
Betrachten wir die bisherige Beschreibung des Pulsverhaltens unserer Fahrer kritisch, so fällt auf, daß unter allen drei Bedingungen (R, A_1 und A_2) bei der Mehrzahl der Fahrer die höchste Durchschnittsfrequenz im 1. gemessenen Fahrtabschnitt liegt. Um den Einfluß einer sogenannten Vorstartreaktion zu objektivieren, stellen wir in der folgenden Tabelle den 1. gemessenen wahren Minutenwert dem errechneten Durchschnittsminutenwert aus Tabelle 2 (s. Tabelle 2 , S.71) gegenüber:

Fahrer	1. wahrer Minutenwert	Durchschnitts-min.Wert	Differenz
1 I	79	70,44	8,56
2 II	101	81.00	20,00
3 III	61	55,74	5,26
4 IV	73	68,25	4,75
5 V	107	95,79	11,21
6 VI	112	98,64	13,36
7 VII	107	94,62	12,38

Die Überhöhung beträgt demzufolge bei den von uns getesteten Fahrern zwischen 4,75 und 20,00/min., Besonders kleine Werte weist sie bei den schon vorhin erwähnten, besonders gut trainierten Fahrern III und IV auf.

ab) Pulsverhalten während eines kleinen Unfalls:
Bei der Testung des Fahrers III, der oben schon mehrfach erwähnt wurde, ereignete sich, während der Bus sich gerade in einer langsam fahrenden Autoschlange bewegte, ein kleiner Unfall, in dem von einer Autoreparaturwerkstätte ein leeres Auto einen Abhang herunterrollte und den Bus in der Gegend des hinteren linken Kotflügels leicht beschädigte. Die dabei von uns gemessenen Pulsfrequenzwerte haben wir für die allgemeine Auswertung nicht verwendet, da sie zu hoch über den sonst bei diesem Fahrer gemessenen Werten lagen. Der Pulsfrequenzverlauf wird im folgenden dargestellt (Diagramm 4):

Diagramm 4


Herzfrequenz
S/min
75
60
45
Fahrt
Unfall
Fahrt weiter
Halt
Augen zu
1
2
3
4 min
Zeit

ac) Herzfrequenzverlauf bei Auftreten des Kontrolleurs:
Bei der Testung von Fahrer VII hatte dieser im Verlaufe des Vormittags viermal dieselbe Strecke zu fahren und zwar jeweils hin und zurück. Während der letzten Rückfahrt fuhr ein Kontrolleur mit. Um einen evtl. Einfluß auf das Herfrequenzverhalten dieses Fahrers zu objektivieren, stellen wir denselben Fahrtabschnitt der vorherigen Fahrt dem Abschnitt gegenüber, bei dem der Kontrolleur mitfuhr. Die Gesamtdurchschnittsfrequenz ohne Kontrolleur betrug 32,0/ pro 20 Sek., die Gesamtdurchschnittsfrequenz mit Kontrolleur betrug 31,25/ pro 20 Sek. (umgerechnet 96,0/min. ohne Kontrolleur und 93,75/min. mit Kontrolleur). Um einen evtl. Verteilungsfehler auszuschalten, d.h. um zu vermeiden, daß ein falscher Eindruck dadurch entsteht, daß wir beim einen Mal mehr Werte während der Fahrt, beim anderen Mal mehr Werte während der Haltestellenarbeit berücksichtigt haben, haben wir noch die Durchschnittsfrequenzen getrennt für Fahrt und Haltestellen ausgerechnet:
Sie betrugen bei der Fahrt ohne Kontrolleur für die Fahrt 32,5 Schläge pro 20 Sek., für die Haltestelle 31,8 Schläge pro 20 Sek., für die Fahrt mit Kontrolleur, während der Fahrt 31,25/ pro 20 Sek., für die Haltestelle 31,25/ pro 20 Sek. (umgerechnet ergibt sich für die Fahrt ohne Kontrolleur 97,5/min., für die Haltestellenarbeit ohne Kontrolleur 95,6/min.. Für die Fahrt mit Kontrolleur ergibt sich während der Fahrt eine Frequenz von 93,75, ebenso für die Haltestellenarbeit).

Das Auftreten des Kontrolleurs hat also die allgemeine Tendenz zum Rückgang der Herzfrequenz während der Tätigkeit bei der Fahrt und an den Haltestellen nicht beeinflußt.

ad) Einfluß von Lärm auf die Herzfrequenz:
Während der Testung von Fahrer VII hatte dieser im Lauf des Vormittags eine Schulklasse von der Schule zum Schwimmbad am Sportinstitut zu transportieren. Beim Ein- und Aussteigen dieser Schüler entstand regelmäßig ein ganz

erheblicher Lärm. Wir geben im folgenden den Verlauf der Herzfrequenz dieses Fahrers während dieser Lärmbelastung wieder (s. Diagramm 5, S.51).

Zu erwähnten ist dabei, daß an den Haltestellen für unseren Fahrer außer dieser Lärmbelastung keine Belastung durch die sonst üblichen Tätigkeiten an Haltestellen entstand. Der Fahrer mußte nicht kassieren, Geld wechseln oder ähnliches, da diese Fahrten pauschal von der Schule bezahlt wurden.

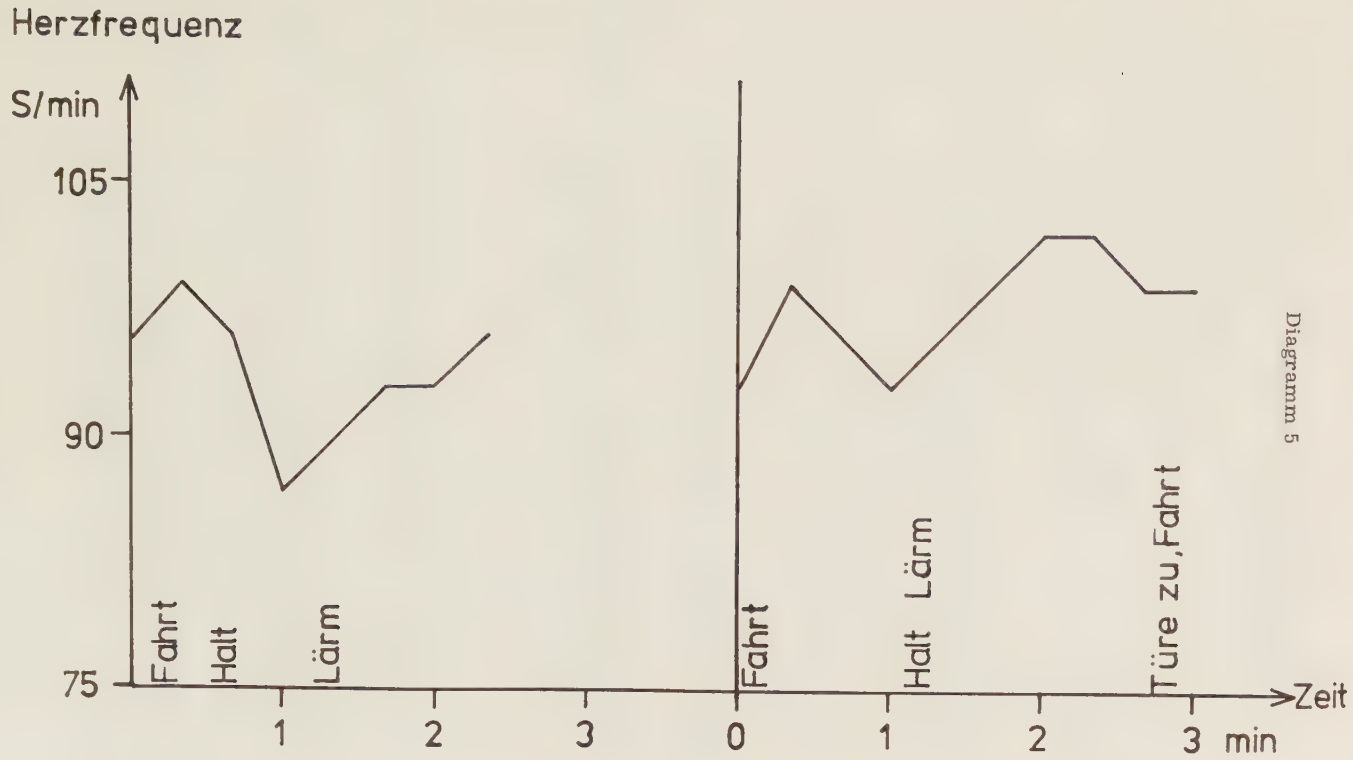

Herzfrequenz
S/min
105
90
75
Fahrt
Halt
Lärm
Fahrt
Halt
Lärm
Türe zu, Fahrt
Zeit
1
2
3
0
1
2
3 min

Diagramm 5

4. Zusammenfassung der Ergebnisse der telemetrischen EKG-Untersuchungen:

Körperlich trainierte Fahrer zeigten geringere Herzfrequenzsteigerungen und eine geringe Variationsbreite unter den Belastungen von Haltestellenarbeit und Fahrtarbeit, sowie niedrigere Ruhefrequenzen als körperlich untrainierte Fahrer.

Fahrer, die angaben viel zu rauchen und/oder viel Alkohol oder Kaffee zu trinken, zeigten höhere Durchschnittsfrequenzen und größere Variationsbreiten als Nichtraucher und Nichttrinker.

Der älteste Fahrer der untersuchten Gruppe zeigte sehr hohe Ruhedurchschnittsfrequenzen und hohe Durchschnittsfrequenzen für Haltestellen und Fahrtarbeit.

Insgesamt liegen die Frequenzen für Haltestellenarbeit unter denen für die Arbeit während der Fahrt.

Die Vorstartreaktion erbrachte Herzfrequenzüberhöhungen zwischen 4,75 und 20,0/min..

Der beobachtete kleine Unfall zeigte eine außerordentlich hohe kurzfristige Frequenzsteigerung.

Das Auftreten des Kontrolleurs erbrachte keine Änderung der allgemeinen Tendenzen und Absinken der Herzfrequenz im Laufe des Tages.

Die Belastung durch Lärm während der Fahrt- und Haltestellenarbeit bewirkte eine mässige Steigerung der Herzfrequenz.

c) Ergebnisse der telemetrischen EEG-Untersuchungen:

1. Beschreibung der EEG-Kurven im Tagesverlauf:

Fahrer I:

11^{50} Uhr Beginn des Versuchs. Der Fahrer zeigt ein stark artefaktgestörtes EEG, das keinen typischen Rhytmus erkennen läßt.

12^{00} Uhr Der Fahrer schließt die Augen an einer Ampel. Dabei zeigen sich einige sekundenlange Alpha-Strecken von 11 Hz-Frequenz und 15 µV Amplitude. Nach Öffnen der Augen erscheint wieder das oben beschriebene, stark artefaktgestörte EEG.

12^{05} Uhr Der Fahrer schließt wieder an einer Haltestelle die Augen. Das EEG zeigt einen sehr flachen Alpha-Rhythmus von cirka 12 Hz-Frequenz und eine Amplitude von 10-15 µV.

13^{10} Uhr Bei geschlossenen Augen an einer Haltestelle ergibt sich keine Befundänderung gegenüber dem Vorbefund. Bei offenen Augen ist die Entstellung durch Artefakte so erheblich, daß kein typischer Rhythmus erkannt werden kann.

14^{45} Uhr Ende der Messung. Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund. Wenn der Fahrer völlig ruhig sitzt und die Ableitung nicht zu sehr durch Artefakte gestört ist, ergibt sich kein wesentlicher Unterschied zwischen geöffneten und geschlossenen Augen.

Fahrer II:

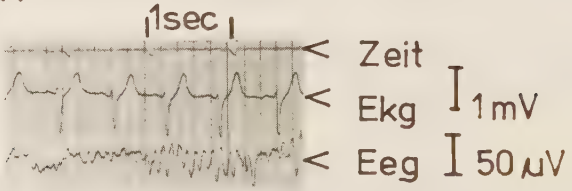
15^{30} - 16^{20} Uhr Während der Arbeit häufig artefaktgestörtes, fast isoelektrisches EEG. Überwiegend -Aktivität, nur selten von sekundenlangen strecken von cirka 8 Hz-Frequenz und 15-20 µV Amplitude unterbrochen.

16^{20} Uhr Bei ruhigem Sitzen mit geschlossenen Augen Auftreten von 1-2 Sekunden dauernden Alpha-Strecken einer mittleren Frequenz von 9 Hz bei einer Amplitude von max. 25 µV. Öffnen der Augen führt zu einer Amplitudenreduktion.

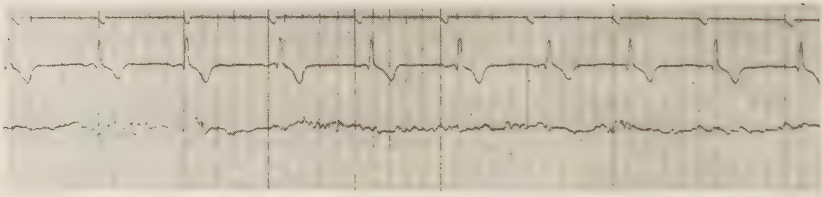
Erläuterungen :

R relative Ruhe
A_1 Haltestellenarbeit
A_2 Fahrtarbeit

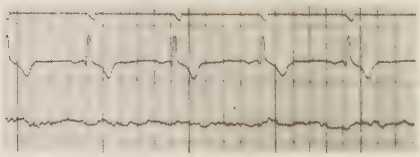
Beispiel :

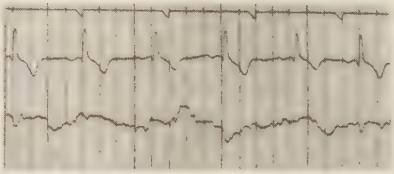


Fahrer I



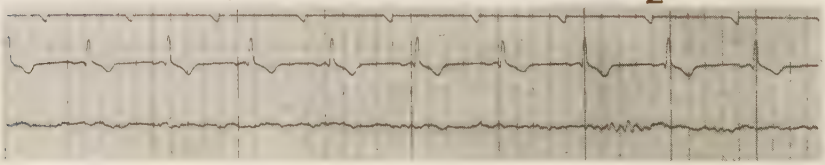
12.00h: R





12.10 h: A_1

13.00 A_2



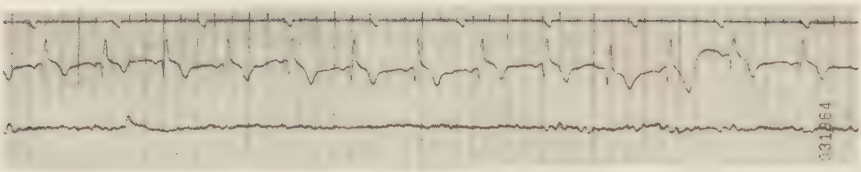
14.45 R

16^{20} - 18^{20} Uhr	Während der Fahrt unverändert flaches EEG etwas häufiger durch kurze Alpha-Strecken um 8 Hz und max. 35 µV Amplitude unterbrochen.
18^{20} Uhr	Bei geschlossenen Augen und ruhigem Sitzen deutliche Aktivierung des Alpha-Rhythmus, der beim Öffnen der Augen wieder unterdrückt wird.
18^{20} - 19^{20} Uhr	Während der Fahrt unveränderter Befund: Flaches, schwer identifizierbares EEG mit vereinzelt eingestreuten kurzen Alpha-Strecken.
20^{05} Uhr	Bei geschlossenen Augen erscheint jetzt im Gegensatz zu vorher ein ausgeprägter Alpha-Rhythmus um 10 Hz mit max. 14 µV Amplitude, der mehrfach von kurzen, Bruchteile von Sekunden dauernden isoelektrischen Strecken unterbrochen wird.
24^{00} Uhr	Der Fahrer äußert jetzt leichte Müdigkeit. Bei geschlossenen Augen gleicher Befund wie um 20^{05} Uhr. Durch das Öffnen der Augen wird der Alpha-Rhythmus unterdrückt und die O-Linie verschoben.

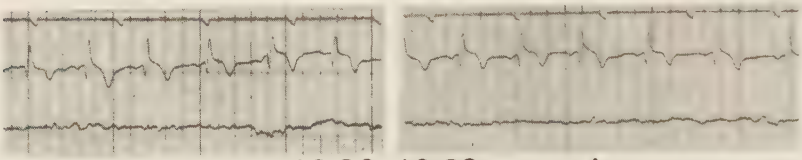
Fahrer III:

6^{20} Uhr	Vor Arbeitsbeginn bei geschlossenen Augen sehr flache Alpha-Wellen von 11 Hz, durch kurze Strecken etwas höheramplitudiger Wellen unterbrochen. Maximale Amplitude cirka 10 µV.
6^{20} - 7^{25} Uhr	Während der Fahrt stark artefaktgestörtes unbrauchbares EEG. Sämtliche, während der Fahrt geschriebenen EEG-Protokolle waren aus diesem Grunde nicht auswertbar.
7^{25} Uhr	Augen geschlossen. Gleicher Befund wie 6^{20} Uhr.
8^{45} Uhr	Augen geschlossen. Gleicher Befund wie 6^{20} Uhr.
10^{20} Uhr	Augen geschlossen. Gleicher Befund wie 6^{20} Uhr.
11^{02} Uhr	Augen geschlossen. Gleicher Befund wie 6^{20} Uhr.
12^{05} Uhr	Augen geschlossen. "
12^{22} Uhr	Augen geschlossen. "
13^{43} Uhr	Augen geschlossen. "
14^{35} Uhr	Augen geschlossen. "

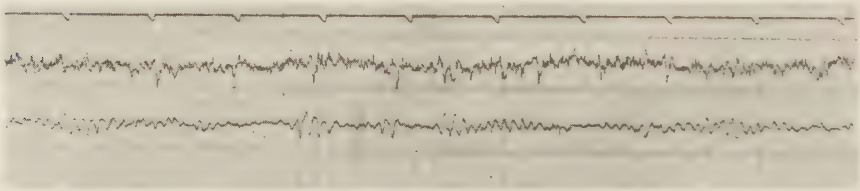
Fahrer II



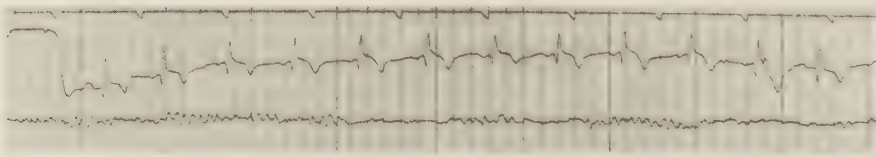
16.20 R



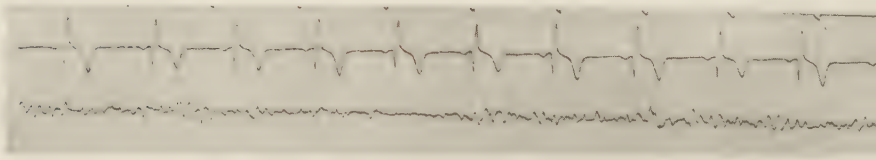
A_1 16.20-18.20 A_2



18.20 R (Ekg gestört)



20.05 R

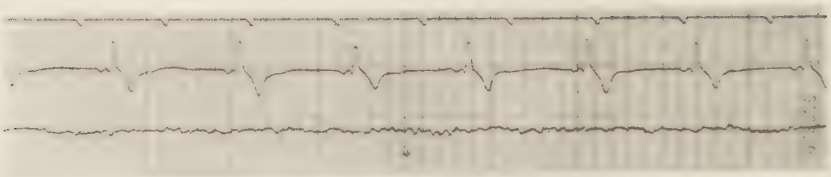


24.00 R

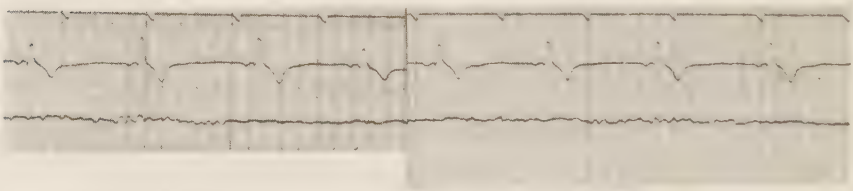
Fahrer IV:

6^{00} - 6^{20} Uhr	Während der Fahrt zeigt sich ein sehr flaches, häufig von Artefakten durchsetztes EEG mit kurzen eingestreuten Alpha-Strecken.
6^{20} Uhr	Bei geschlossenen Augen weiterhin sehr flaches EEG, fast isoelektrisch. Seltene, kurze Alpha-Strecken.
6^{20} - 6^{30} Uhr	Während der Fahrt Befund gleichbleibend.
6^{30} Uhr	Bei geschlossenen Augen Befund gleichbleibend wie 6^{20} Uhr.
6^{30} - 8^{00} Uhr	Während der Fahrt keine Befundänderung.
8^{00} Uhr	Bei geschlossenen Augen Befund gleichbleibend.
8^{00} - 10^{50} Uhr	Während der Fahrt keine Befundänderung.
10^{50} Uhr	Augen zu. Keine Befundänderung.
10^{50} - 12^{00} Uhr	Fahrt. Keine Befundänderung.
12^{00} Uhr	Bei geschlossenen Augen regelmässiges Auftreten von sekundenlangen Alpha-Strecken um 11 Hz Amplitude 10-15 µV.
12^{00} - 12^{30} Uhr	Während der Fahrt stark artefaktgestörtes, niedrig amplitudiges EEG; seltene kurze Alpha-Strecken.
12^{30} Uhr	Bei geschlossenen Augen erscheinen jetzt häufiger Alpha-Strecken bei unveränderter Frequenz und Amplitude.
12^{30} - 13^{57} Uhr	Während der Fahrt gleichbleibender Befund.
13^{57} Uhr	Bei geschlossenen Augen ausgeprägter niedrig amplitudiger Alpha-Rhythmus von gleichbleibender Frequenz.
13^{57} - 16^{57} Uhr	Während der Fahrt keine Befundänderung.
16^{55} Uhr	Bei geschlossenen Augen sekundenlange, vereinzelte Alpha-Strecken von 11 Hz Frequenz und 15-20 µV Amplituden.

Fahrer III

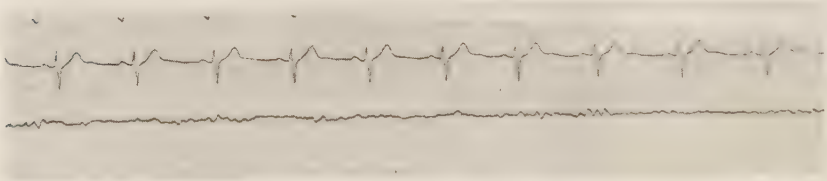


6.20 R

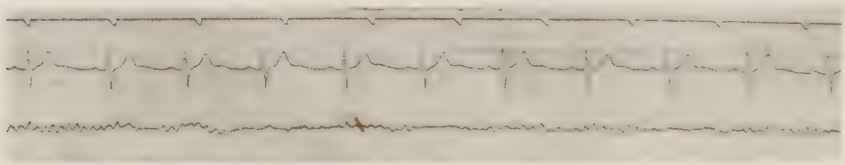


10.20 R 13.43 R

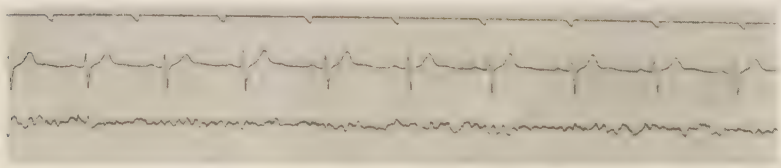
Fahrer IV



6.30 R



12.30 R

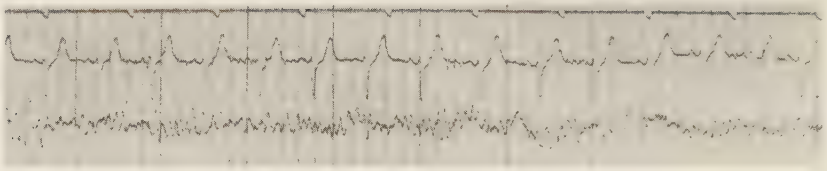


12.35 A_1

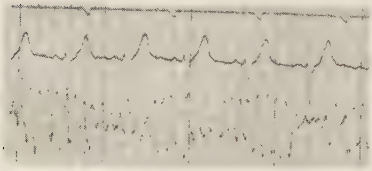
Fahrer V:

6^{55} Uhr	Vor Beginn der Fahrt zeigt sich bei geschlossenen Augen ein ausgeprägter, teils spindelförmiger Alpha-Rhythmus von 10 Hz-Frequenz mit einer Maximalamplitude von 50 µV und einer durchschnittlichen Amplitude von 20 - 30 µV. Durch Öffnen der Augen erfolgt nur eine kurzfristige Unterdrückung dieses Alpha-Rhythmus. Danach erscheint ein Alpha-Rhythmus gleicher Frequenz und Amplitude.
6^{55} - 7^{40} Uhr	Während der Fahrt bleibt das abgeleitete EEG im wesentlichen von Alphawellen beherrscht, deren Frequenz mit cirka 11 Hz konstant bleibt und deren Amplitude stellenweise auf 60 - 70 µV zunimmt.
7^{40} Uhr	Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund. Amplitude nimmt auf cirka 80 µV zu.
9^{00} Uhr (nach Pause)	Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund; Amplituden bis 60 µV, Frequenz gleichbleibend.
9^{00} - 9^{58} Uhr	Während der Fahrt keine Befundänderung.
9^{58} Uhr	Bei geschlossenen Augen gleichbleibender Befund Amplitude max. 60 µV. Bei Öffnen der Augen bleibt der Befund für cirka 3 Sekunden gleich, dann erfolgt eine kurzfristige Amplitudenabnahme und danach zeigt sich wieder der beschriebene Alpha-Rhythmus.
9^{58} - 10^{15} Uhr	Während der Fahrt Befund gleichbleibend.
10^{15} Uhr	Bei geschlossenen Augen gleichbleibender Befund. Amplitude 60 - 70 µV. Nach Öffnen der Augen kurzfristige Amplitudenreduktion.
10^{15} - 12^{30} Uhr	Während der Fahrt gleichbleibender Befund.
12^{30} Uhr	Bei geschlossenen Augen unveränderter Alpharhythmus: Frequenz 10 Hz, Amplitude max. 80 µV.
15^{37} Uhr (nach Pause)	Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund. Amplitude 70 - 75 µV.
15^{40} Uhr	Bei offenen Augen deutlicher unveränderter Alpha-Rhythmus.
17^{40} Uhr (zunehmende Dunkelheit)	Während der Fahrt leichte Amplitudenabnahme der Alpha-Wellen. Amplitude um 60 µV.

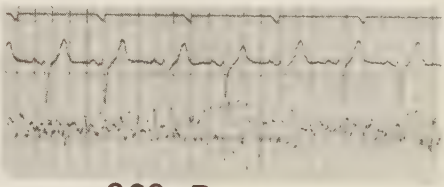
Fahrer V



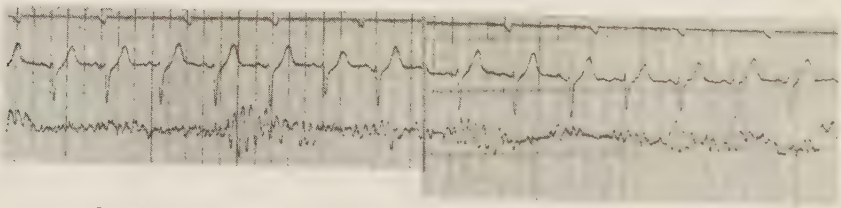
6.55 R



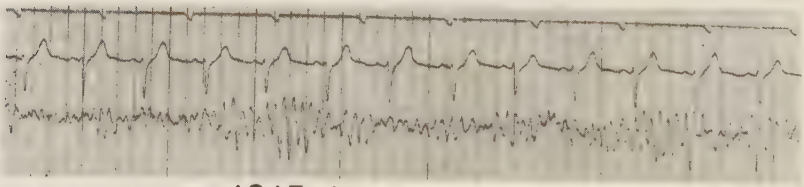
7.40 R



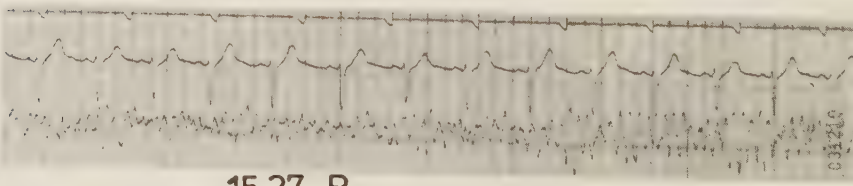
9.00 R



9.10 A_1 9.20 A_2



10.15 R

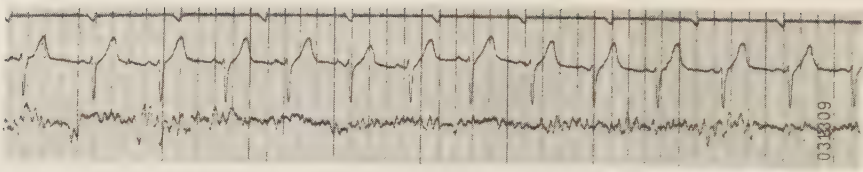


15.37 R

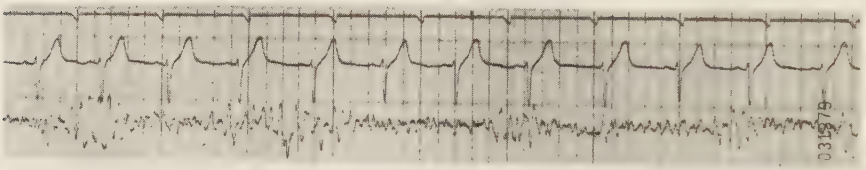
17^{40} - 19^{00} Uhr	Während der Fahrt bleibt die allgemeine Amplitudenabnahme bestehen bei konstanter Frequenz. Kurzfristig höhere Amplituden eingestreut.
19^{00} Uhr	Bei geschlossenen Auchen hochamplitudiger Alpharhythmus von cirka 80 µV. Bei Öffnen der Augen kurzfristige Verringerung der Ausschläge.
19^{00} - 19^{30} Uhr	Während der weiteren Fahrt deutliche Amplitudenabnahme, nur selten kurzfristig höhere Amplituden eingestreut.
19^{30} Uhr	(Nach der Schicht in der Garage) Bei geschlossenen Augen zeigt sich ein artefaktgestörter Alpha-Rhythmus von unveränderter Frequenz und max. 75 µV Amplitude.

Fahrer VI:

5^{45} Uhr	Vor der Schicht zeigt sich bei unspezifischer Tätigkeit ein wegen starker Artefaktüberlagerung schwer identifizierbares EEG.
5^{50} Uhr	Bei geschlossenen Augen Alpha-Rhythmus von 11 Hz Frequenz und 15 - 20 µV Amplitude. Noch immer starke Artefaktüberlagerung.
5^{50} - 6^{45} Uhr	Während der Fahrt ist das EEG wegen starker Artefaktüberlagerung nicht verwertbar.
6^{45} Uhr	Bei geschlossenen Augen relativ deutlicher niederamplitudiger Alpha-Rhythmus um 11 Hz bei einer max. Amplitude von 20 µV.
6^{45} - 8^{30} Uhr	Während der Fahrt zeigt sich ein flaches, stark artefaktgestörtes EEG.
8^{30} Uhr	Bei geschlossenen Augen Befund im wesentlichen gleichbleibend, leichte Amplitudenzunahme auf 25 - 30 µV, Frequenz um 11 Hz.
8^{30} - 11^{40} Uhr	Während der Fahrt EEG nicht auswertbar.
11^{40} Uhr	Bei geschlossenen Augen gleichbleibende Frequenz. Amplitudenzunahme auf 40 µV.
11^{40} - 15^{40} Uhr	Während der Fahrt EEG nicht auswertbar.
12^{49} Uhr	Bei geschlossenen Augen schwer identifizierbares EEG, Befund ähnlich wie 11^{40} Uhr.

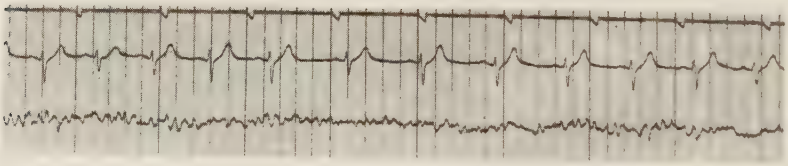


18.25 A_2

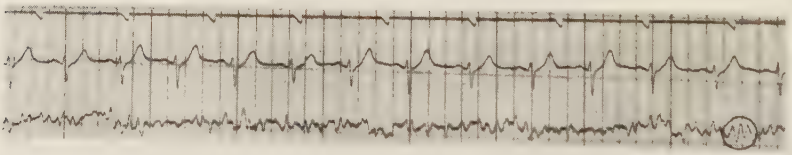


19.00 R

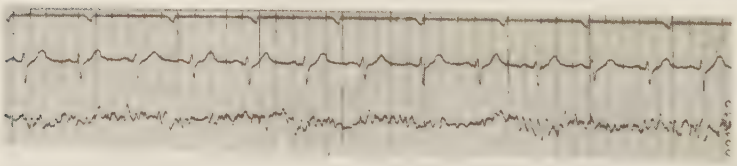
Fahrer VI



5.50 R



8.30 R



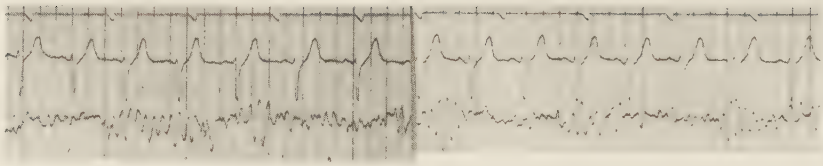
11.40 R

14^{15} Uhr	(Schichtende) Bei geschlossenen Augen keine Befundänderung. Bei den hohen und gleichmäßigen Ausschlägen dürfte es sich um Artefakte handeln.

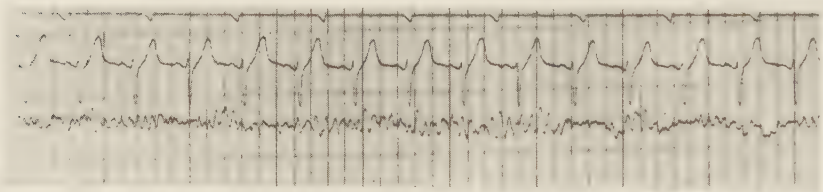
Fahrer VII:

(Hintere Ableitung) 6^{28} - 8^{50} Uhr	Bei geschlossenen Augen deutlicher, hochamplitudiger Alpha-Rhythmus von 11 Hz und max. 60 µV Amplitude. Bei offenen Augen gleicher Befund. Etwas stärkere Artefakteverlagerung.
(Vordere Ableitung) 8^{50} - 9^{18} Uhr	Bei geschlossenen Ableitungen geringfügig höhere Amplituden bis 70 µV, sonst unveränderter Alpha-Rhythmus um 11 Hz. Bei offenen Augen gleicher Befund.
9^{18} Uhr	Bei geschlossenen Augen Befund gleichbleibend, Amplituden im Einzelfall noch geringfügig höher.
9^{18} - 11^{35} Uhr	Während der Fahrt unverändert hochamplitudiger Alpha-Rhythmus. Typischer Beta-Rhythmus selten.
(Hintere Ableitung) 11^{35} Uhr	Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund.
(Vordere Ableitung) 11^{40} Uhr	Bei geschlossenen Augen unveränderter Befund.
11^{40} - 12^{20} Uhr	Bei offenen Augen keine Befundänderung.
13^{05} - 13^{40} Uhr	(Langstreckenfahrt) Befund bei offenen Augen gleichbleibend.
13^{40} Uhr	Bei geschlossenen Augen geringfügige Amplitudenzunahme, sonst keine Befundänderung.
(Hintere Ableitung) 13^{40} - 14^{30} Uhr	Während der Fahrt bei offenen Augen unveränderter Befund, vereinzelte Amplitudenzunahme.

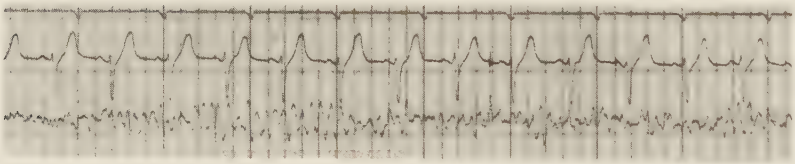
Fahrer VII



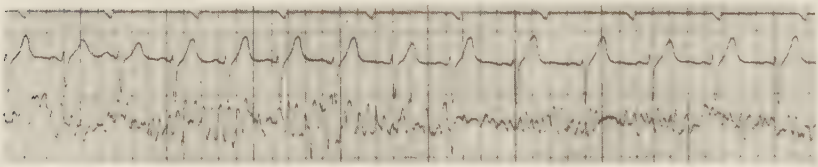
6.40 A_1 8.20 A_2



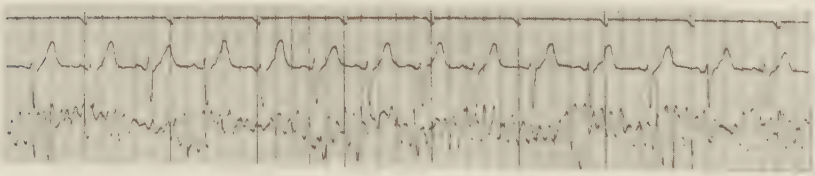
11.45 A_2



13.15 A_2



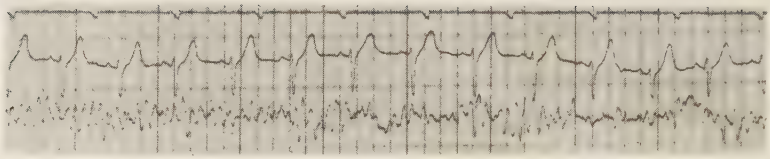
13.40 R



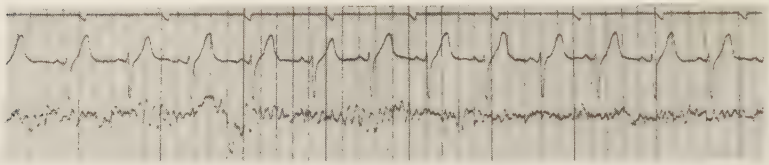
14.30 A_2

14^{30} - 17^{15} Uhr	Bei offenen Augen während der Fahrt mäßiggradige Abnahme der Alphaamplitude. Starke Artefaktüberlagerung.
(Hintere und vordere Ableitung)	
17^{15} Uhr	Nach Schichtende bei geschlossenen Augen deutlicher kontinuierlicher und hochamplitudiger Alpha-Rhythmus. Kein Unterschied der Ableitung.

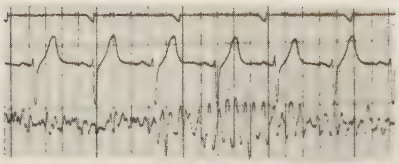
59a

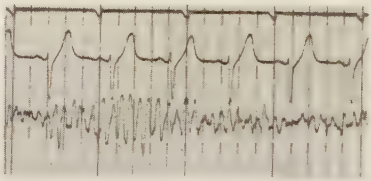


1440 A_1



16.00 A_2





R(vordere Ableitung) 17.15 R(hintere Ableitung)

2. Zusammenfassung der telemetrischen EEG-Ergebnisse:

Fahrer I: EEG während der Fahrt nicht beurteilbar, da zu sehr durch Artefakte gestört. Unter optimalen Bedingungen kein wesentlicher Unterschied zwischen geöffneten und geschlossenen Augen. Frequenz 11 - 12 Hz, Amplituden 10 - 15 µV.

Fahrer II: Während der Arbeit mit offenen Augen flaches, stark artefaktgestörtes EEG um 8 Hz, Amplitude zu Beginn der Fahrt 15 - 20 µV (15^{30} Uhr bis 16^{20} Uhr); 16^{30} Uhr - 18^{20} Uhr 35 µV; gegen 20^{05} Uhr 14 µV. Ab 20^{05} Uhr bei geschlossenen Augen wird der Alpha-Rhythmus von kurzen Sekundenbruchteile dauernden isoelektrischen Strecken unterbrochen.

Fahrer III: EEG nur bei geschlossenen Augen auswertbar, flache Alphawellen von 11 Hz und max. 10 µV Amplitude. Keine Veränderung im Verlauf der Tätigkeit.

Fahrer IV: Bei geschlossenen Augen zunächst sehr flaches, fast isoelektrisches EEG von seltenen kurzen Alphastrichen unterbrochen, mittags bei geschlossenen Augen regelmäßiges Auftreten von sekundenlangen Alphastrecken. Um 11 Hz und 10 - 15 µV Amplitude. Gegen Ende der Arbeit bei geschlossenen Augen sekundenlange vereinzelte Alphastrecken um 11 Hz und 15 - 20 µV Amplitude. Bei offenen Augen zunächst flaches, artefaktgestörtes EEG mit kurzen, eingestreuten Alphastrecken. Dieser Befund ändert sich während des ganzen Tages nicht.

Fahrer V: EEG während des ganzen Tages in der Frequenz gleichbleibend, kein Unterschied zwischen offenen und geschlossenen Augen, lediglich das Öffnen der Augen bewirkt eine kurzfristige Unterdrückung des Alpha-Rhythmus. In der Amplitude zeigt sich im Laufe des Tages eine Veränderung: Maximalamplitude morgens 50 µV, Durchschnittsamplitude 20 - 30 µV zunächst ansteigend auf 60 - 70 µV, später auf 80 µV, gegen 9 Uhr Amplituden bis 60 µV, später wieder 60 - 70 µV, gegen 15^{37} Uhr 70 - 75 µV, 17^{45} 60 µV, 19^{00} Uhr wieder 80 µV, 19^{30} Uhr wieder 75 µV.

Fahrer VI: EEG während der Fahrt wegen zu geringer Ausschläge und Artefaktüberlagerung allgemein nicht verwertbar, EEG bei geschlossenen Augen zunächst Alpha-Rhythmus von 11 Hz Frequenz und 15 - 20 µV Amplitude gleichbleibend bis gegen 8^{30} Uhr, dann bei gleicher Frequenz 25 - 30 µV Amplitude, 11^{30} Uhr bei gleicher Frequenz 30 - 40 µV Amplitude. Dieser Befund bleibt gleich bis Ende der Schicht gegen 14^{15} Uhr.

Fahrer VII: (gleich Fahrer V)
Befund bei offenen und geschlossenen Augen im wesentlichen gleich, lediglich das Augenöffnen bewirkt eine kurze Reduktion des ausgeprägten Alpha-Rhythmus. Amplitude zunächst 60 µV, 8^{50} Uhr bis 9^{18} Uhr ansteigend auf 70 µV, 9^{18} Uhr Amplitude geringfügig weiter angestiegen, bis 12^{20} Uhr keine Befundänderung, dann eine weitere Amplitudenzunahme, 14^{30} - 17^{15} Uhr Abnahme der Alphaamplitude. Bis Schichtende keine weitere Änderung. Bei diesem Fahrer

und bei dieser Fahrt wurden zwei verschiedene Ableitungen verwendet, deren eine cirka 5 cm weiter occipital lag. als die bisher bei allen Fahrern verwendete. Zwischen diesen beiden Ableitungen zeigte sich kein wesentlicher Unterschied.

Als wichtigstes Ergebnis bleibt festzuhalten, daß wir in keinem Fall und zu keiner Zeit pathologische EEG-Veränderungen nachweisen konnten.

V. DISKUSSION DER ERGEBNISSE:

a) Diskussion der Ergebnisse der EKG-Auswertung:

1. Vorstartreaktion:

Die sogenannte Vorstartreaktion schlägt sich in einer in der Literatur beschriebenen und auch von uns beobachteten initialen Herzfrequenzüberhöhung nieder. Teils können wir mit H. DUPUIS (1965) darin einen "unbewußten Vorgang der Neuanpassung und psychischen Einstellung auf die geforderte Koordinationsarbeit" sehen. Zum Zweiten glauben wir jedoch, von der spezifischen Tätigkeit des Busfahrers im Gegensatz zum Kraftfahrer ausgehend eine Rückwirkung unserer Testanordnung darin zu erkennen. Es erscheint verständlich, daß ein Fahrer, der seine gewohnten Fahrgäste mit an Brust- und Schädel befestigten Elektroden und einem kleinen Sender auf dem Rücken empfängt, zunächst wohl auch zurecht das Gefühl hat, auffallend und ungewohnt zu wirken. Er muß darauf gefaßt sein, Fragen zu beantworten und Erklärungen abzugeben, was unserer Ansicht nach einen erheblichen Teil der Herzfrequenzüberhöhung im jeweils ersten Abschnitt erklärt. Die von uns festgestellte Überhöhung beträgt 4,75 - 20 Schläge/Min.. Die Differenz zu den von DUPUIS angegebenen Werten von 15 - 27/Min. halten wir dadurch für erklärbar, daß wir es im Gegensatz zu ihm mit Berufsbusfahrern zu tun hatten; bei der kleinen Zahl der von uns untersuchten Fahrer liegt diese Differenz jedoch sicherlich auch im Bereich der Zufallswahrscheinlichkeit.

K. LUFF (1960) führt einen von ihm beobachteten starken initialen Anstieg der Pulsfrequenz auf die Anfangsbeschleunigung beim Anfahren zurück, war wir nicht bestätigen können, da unsere Werte sämtlich während des Wartens an der Haltestelle gewonnen wurden. Im übrigen halten wir die Beschleunigung beim Anfahren eines Busses für keinen so wesentlichen Faktor. Es schlägt sich hierin wohl der Unterschied der untersuchten Kollektive nieder:

Im Falle der von uns untersuchten Berufsbusfahrer scheint eher der besprochene psychische Faktor, im Falle privater Kraftfahrer, die keine Personen befördern, eher der von LUFF erwähnte Faktor von Einfluß.

Dieser Unterschied des untersuchten Kollektivs erscheint auch wesentlich bei der Beurteilung der Differenz zu den von P. TAGGART et al. (1969) bei Rennfahrern angegebenen, wesentlich höheren Werten.

2. Belastung durch die Fahrt:

Hinsichtlich der Kreislaufbelastung durch die Fahrt ergeben sich aus der Literatur zwei entgegengesetzte Meinungen: Die eine, vertreten durch K. LUFF, H. HOFFMANN (1961), P. TAGGART, BROICHER und DUPUIS (1963) und auch unterstützt durch die Arbeit von D. STEEGER (1968), schätzt die während der Fahrt auftretende Kreislaufbelastung wesentlich höher ein als die Arbeit von K. BACHMANN (1970), der die während der Fahrt auftretende Kreislaufbelastung für "hämodynamisch unbedeutend" hält.

Weit entfernt davon, diese konträren Auffassungen in Einklang bringen zu können, legen unsere eigenen Versuchsergebnisse und einleitenden Erwägungen eine Deutung nahe, die auch bei H. HOFFMANN, H. BROICHER et al. und D. STEEGER anklang: Im Rahmen der psychischen Belastungen während der Fahrt/ und Haltestellenarbeit kommt es zu Pulsfrequenzsteigerungen recht beträchtlichen Ausmaßes, d.h. zu einer Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems. Dieses System ist aber nicht unmittelbar durch die Belastungsfaktoren betroffen, sodaß wir die beobachteten Effekte wieder rückschließend einer psychischen Beanspruchung korrelieren müssen. Es erscheint darum ratsam, unsere Ergebnisse mit denen, die bei anderen psychischen Beanspruchungen gewonnen wurden, zu vergleichen.

3. Psychische Beanspruchung:

Die bereits besprochenen Arbeiten von E. KLOTZBÜCHER (1968 und 1969) und P. CHRISTIAN (1970) haben zu der Erkenntnis geführt, daß

1. bei Doppelbelastung körperlicher und psychischer Art der Arbeitspuls eine alleinige Funktion der körperlichen Arbeitsleistung ist.

2. Bei getrennter Auswertung von Information und Ausführung einer Aufgabe zeigt sich während der Information ein höherer Pulsfrequenzanstieg als während der Lösung der Aufgabe.

3. Bei Berührung eines Konflikts im Verlaufe eines tiefenpsychologischen Interviews steigt die Pulsfrequenz momentan an, um bei Formulierung des Konflikts wieder zurückzugehen.

Da die visumotorische Tätigkeit unserer Busfahrer einerseits möglichst von körperlicher Arbeit befreit, andererseits aber eine permanente Mischung von Rezeption und Lösung von Aufgaben darstellt, wird die erhebliche Schwankung der Einzelwerte erklärbar.

Wenn man mit P. CHRISTIAN in der Konfliktberührung eine Entscheidungskrise, in der Formulierung des Konflikts, die diese Krise beendende Entscheidung sieht, so muß man bei unseren Busfahrern im Verlaufe ihrer visuomotorischen Tätigkeit ebensolche Entscheidungskrisen annehmen. Bezeichnend für die Tätigkeit der Busfahrer erscheint jedoch, daß Entscheidungskrise und Entscheidung nicht nur zeitlich aufeinander folgen, sodaß die erfolgte Entscheidung wieder zu einer neuen Entscheidungskrise führt, sondern auch nebeneinander vorkommen können. Diese Verhältnisse mögen die unterschiedlichen Herzfrequenzprofile mit beeinflußt haben.

b) Diskussion der Ergebnisse der EEG-Auswertung:

Die besprochenen Arbeiten behandeln sämtliche EEG-Ableitungen in Berufen oder Situationen, die mit den unseren nur bedingt vergleichbar sind.

Die Belastungsmomente der von I. ASCHOFF (1970) untersuchten Piloten entsprechen denen unserer Busfahrer offensichtlich nur ungenügend und der psychische Streß, dem diese ausgesetzt sind, erscheint erheblich höher. Paroxysmale Delta- und Thetamuster, wie sie I. ASCHOFF während besonders anstrengender Flugphasen bei Unfallpiloten gehäuft beobachten konnte, haben wir in keiner einzigen unserer Ableitungen gefunden. Wegen der geringen Zahl von Probanden kann unsere Arbeit jedoch nicht beanspruchen, statistisch qualifizierte Aussagen zu machen. Wir können nur feststellen, daß unter den Bedingungen des Busfahrers im Tübinger Stadtverkehr bei den untersuchten Fahrern in keinem Falle Delta- oder Thetamuster nachgewiesen werden konnten.

Obwohl von der Situation her ebenfallls kaum vergleichbar, bestätigen die Ergebnisse unserer EEG-Ableitungen die von H. LEGEWIE (1969 und 1970) in Leistungssituationen gewonnenen Ergebnisse voll. Bei unseren Fahrern I, II, III, IV und VI trat durch Öffnen der Augen die bekannte Alphareduktion auf. Auch in unserem Falle konnten während der Tätigkeit, trotz teilweise erheblicher Artefaktüberlagerung Alphawellen nachgewiesen werden, die auch hier nicht mit einem Aufmerksamkeits- oder Leistungsabfall einhergingen. Unser Fahrer V gleich VII zeigte hingegen völlig andere Verhältnisse:
Beim Öffnen der Augen kam es jeweils nur zu einer kurzfristigen Alphareduktion, die dann in einen genau so ausgeprägten, wenn auch stärker artefaktgestörten Alpha-Rhythmus wie vorher bei geschlossenen Augen überging. Dieser Fahrer zeigte außerdem wesentlich höheramplitudige Alphawellen als alle anderen beobachteten Fahrer.

Ein Vergleich mit den Ergebnissen der EEG-Telemetrie an Lokführern (H.G. NIEBELING et al. 1967) läßt an einer Vergleichbarkeit der Bedingungen zweifeln. Die Autoren beobachteten mehr Thetawellen im EEG, die sie als Ausdruck einer fortschreitenden Ermüdung interpretieren. Bei den von uns untersuchten Busfahrern ließen sich in keinem einzigen Falle, auch nicht um 24^{00} Uhr, Thetawellen im EEG nachweisen, obwohl der betreffende Fahrer zu diesem Zeitpunkt subjektiv Müdigkeit äußerte. Wir müssen annehmen, daß ein Lokführer von der Fahrtbelastung her eher einer Monotonie als einer Belastung durch sensumotorische Koordinationsaufgaben ausgesetzt ist. Hierin könnte man eine Erklärung der unterschiedlichen Befunde sehen.

Das von F. ZIDAN (1969) angegebene Kriterium der Ermüdung im EEG, nämlich die in seiner Arbeit beschriebenen kurzen isoelektrischen Strecken im Alpha-Rhythmus bei geschlossenen Augen, trat dagegen bei dem erwähnten Fahrer zwischen 20^{00} und 24^{00} Uhr auf.

Zusätzlich haben wir Hinweise für eine tageszeitliche Schwankung der Alphaamplituden gewonnen. Diese fanden wir in einer Arbeit von P. SCHOMANN (1973) unter den Bedingungen der Arbeit mit Trichloräthylen ebenfalls beschrieben. Wir möchten in dieser Schwankung darum keine arbeitsspezifische Änderung des Hirnstrombildes, sondern eher ein von endogenen oder exogenen Rhythmen abhängiges Phänomen sehen.

c) Versuch einer Interpretation:

Sicher ist es möglich, mit H.V. ULMER (1972) den Anstieg der Pulsfrequenz bei psychischer Belastung durch eine Ausschüttung von Katecholaminen zu erklären und ihn als Indikator hierfür zu verwenden. Eine Katecholaminausschüttung bringt jedoch neben diesem Frequenzanstieg noch andere Veränderungen im Organismus mit sich, die alle im Sinne einer ergotropen Reaktion (REIN-SCHNEIDER 1966) zu verstehen sind. (Puls- und Blutdruckerhöhung, Mobilisierung von Re-

serven, Verengerung der arteriellen Gefäße, besonders im Bereich der Haut, Pupillenerweiterung und Hemmung der Darmtätigkeit.)

Wie läßt sich nun diese Umstellungsreaktion des Organismus verstehen?

Wir glauben, diese Veränderung der Reaktionslage im Sinne eines Atavismus deuten zu müssen: Während der Tätigkeit des Busfahrers, sowohl bei Fahrt als auch an den Haltestellen, treten Situationen auf, die unter natürlichen Umweltbedingungen körperliche Arbeit, sei es als Fluchtreaktion, sei es als Angriffsverhalten erfordern würden. Der Busfahrer kann diesen situationsbedingten Impulsen jedoch nicht folgen, da er, wie wir in unserer Einleitung dargestellt haben, anstelle seiner natürlichen, unzulänglich gewordenen Fortbewegungswerkzeuge das so viel vollkommenere technische Gerät zu bedienen hat. Da die Bedienung dieses technischen Gerätes jedoch fast ausschließlich die Feinmotorik im Sinne der besprochenen sensumotorischen Koordinationsleistung erfordert, erscheint der von uns jeweils beobachtete Anstieg der Pulsfrequenz als Mass für die Umstellung zur "ergotropen Reaktion" übertrieben hoch. In diesem Zusammenhang können wir auf andere Versuchsergebnisse, besonders auf Herzfrequenzmessungen an Piloten (B. BALKE et al. 1966) und Fallschirmspingern (H. KIRCHHOFF 1969), aber auch an operativ tätigen Ärzten (H.J. WOITOWITZ et a. 1971), Indurstriemanagern (G. SCHÄCKE et al. 1972), Fluglotsen (W. ROHMERT 1972), Schauspielern (V. SELIGER et al. 1970) und Musikinterpreten (L. BASSAN 1966), aber auch Zuschauern bei einem Fußballspiel und Fernsehzuschauern (K.G. HÜLLEMANN 1973) verweisen, denen eine im Verhältnis zur folgenden körperlichen Arbeit inadäquat hohe, jeweils meist nur kurz anhaltende Herzfrequenzsteigerung gemeinsam ist. Die Umstellung des Organismus im Sinne einer Einbeziehung der technischen Gegebenheiten erscheint in Teilbereichen noch nicht oder nur unvollständig vollzogen. Betrachten wir die, gemessen an den Zeiträumen der Evolution minimale Zeitspanne des Aufkommens von technischem Gerät, so kann uns dies auch nicht verwundern.

In Anbetracht der Tatsache, daß das technische Gerät, das die Umwelt des zivilisierten Menschen bildet, ein Produkt seiner eigenen Gehirntätigkeit ist, müssen wir vielmehr umgekehrt fragen, weshalb das technische Gerät so wenig den Bedürfnissen des menschlichen Organismus angepaßt ist.

Dies scheint auf einer Fehleinschätzung zu beruhen:
Die Belastung des Organismus wurde bei der Entwicklung der technischen Hilfsmittel einseitig als körperliche Belastung verstanden. Das führte in unserem Beispiel beim Beruf des Busfahrers dazu, bequemere, orthopädisch richtigere Sitze, günstiger erreichbare Bedienungshebel, Rückspiegel, Scheinwerfer usw. zu verwenden. Es führte jedoch auch dazu, motorische Aktivitäten immer stärker einzuschränken, ebenfalls in der Absicht, die berufsbedingte Beanspruchung zu minimieren. An dieser Stelle müssen wir uns fragen, ob der beabsichtigte Effekt tatsächlich eingetreten ist, oder ob nicht vielmehr gerade in der Diskrepanz zwischen erhöhter psychischer und verminderter körperlicher Beanspruchung ein weiterer Belastungsfaktor ungewollt entstanden ist.

Es wäre müssig, zu fordern, der Mensch sollte statt technischer Hilfen seine natürlichen Fortbewegungsmittel benützen, auf alle fragwürdig gewordenen Zivilisationsgüter verzichten und wieder seine natürlichen Lebensbedingungen herstellen.

Ebenso müssen wir es jedoch ablehnen, wenn die technische Entwicklung sich ohne ständige Einbeziehung ihrer Auswirkungen auf den Gesamtorganismus vollzieht. Nach Art eines Regelkreises muß die Auswirkung aller technischen Neuentwicklung registriert und in den Prozeß der Weiterentwicklung wieder eingebracht werden, um die ohnehin stark beanspruchte Akkommodationsfähigkeit nicht zu überfordern.

Unseren Beobachtungen und Versuchsergebnissen, sowie den angeführten Literaturstellen glauben wir entnehmen zu können, daß sich ein ausgeglicheneres Verhältnis von psychischer und physischer Belastung hinsichtlich der Gesamtbeanspruchung günstig auswirken müßte.

VI. ZUSAMMENFASSUNG:

In der Arbeit wird der Versuch unternommen, mit Hilfe telemetrischer EKG- und EEG-Ableitungen die Beanspruchung von Busfahrern im Stadtverkehr zu objektivieren.

Nach einer grundsätzlichen Diskussion des Begriffs "Arbeit" unter Berücksichtigung der spezifischen Belastungen von Busfahrern im Stadtverkehr wird die Problematik derartiger Messungen dargelegt und daraus ein Versuchsaufbau zur Messung der Beanspruchung von Busfahrern im Stadtverkehr abgeleitet.

Es folgt eine Literaturübersicht, in welcher die bisherigen Ergebnisse der Beanspruchungsmessung mit Hilfe von Herzfrequenz- und EEG-Aufzeichnungen aufgeführt werden.

Nach einer Beschreibung der in dieser Arbeit erfolgten Untersuchungen und der angewandten Methoden werden die eigenen Ergebnisse geschildert: zunächst die der telemetrischen EKG-Ableitungen, dann die EEG-Aufzeichnungen. Die Auswertung der EEGs erwies sich aus verschiedenen Gründen (z.T. technische Mängel) als weniger geeignet als die der Herzfrequenz, die einen Anhalt für die Höhe der Belastung geben kann. Mit ihrer Hilfe kann bei Berücksichtigung der erheblichen individuellen Schwankungsbreite die Höhe der im wesentlichen psychischen Beanspruchungen abgeschätzt werden. Diese Ergebnisse werden sodann mit den gewonnenen Erkenntnissen aus der Literatur verglichen.

Zuletzt wird der Versuch einer Interpretation des Herzfrequenzverhaltens unternommen.

Tab.2

Fahrer	Art der Werte	R_o (absol. Ruhe) FR_o	R (relative Ruhe) FR	Z	H T	A_1 (Haltest.-arbeit) FA_1	Z	H T	A_2 (Fahrtarbeit) FA_2	Z	H T
I	20-sec		21,0	2	21 - 21	23,48	27	28 - 20	24,4	52	28 - 22
	1- min	60	63,0		63 - 63	70,44		84 - 60	73,2		84 - 66
II	20-sec		23,5	8	28 - 20	27,0	21	38 - 20	30,15	40	36 - 27
	1- min	58	70,5		84 - 60	81,0		114 - 60	90,45		108 - 81
III	20-sec		16,5	16	19 - 15	18,58	17	20 - 17	19,73	60	24 - 17
	1- min	53	49,5		57 - 45	55,74		60 - 51	59,19		72 - 51
IV	20-sec		21,52	19	24 - 20	22,75	16	26 - 20	24,31	48	30 - 21
	1- min	60	64,56		72 - 60	68,25		78 - 60	72,93		90 - 63
V	20-sec		28,82	17	34 - 25	31,93	78	37 - 27	32,33	140.	40 - 27
	1- min	83	86,46		102 - 75	95,79		111 - 81	96,98		120 - 81
VI	20-sec		32,0	8	37 - 26	32,88	17	44 - 29	32,46	39	40 - 28
	1- min	82	96,0		111 - 78	98,64		132 - 87	97,38		120 - 84
VII	20-sec		27,62	8	29 - 26	31,54	109	44 - 28	31,53	290	39 - 28
	1—min	83	82,87		87 - 78	94,62		132 - 84	94,59		117 - 84

Tab.3 a

Fahrer	Zeit	Art der Werte	R (relative Ruhe)			A_1 (Haltest.- arbeit)			A_2 (Fahrtarbeit)		
			FR	Z	H T	FA_1	Z	H T	FA_2	Z	H T
II	15.45 - 20.00	20- sec	27,0	3	28 - 26	29,5	16	38 - 27	30,15	40	36 - 27
		1- min	81,0		84 - 78	88,5		114 - 81	90,45		108 - 81
	21.15 - 24.00	20- sec	21,4	5	23 - 20	21,75	4	23 - 20			
		1- min	64,2		69 - 60	65,25		69 - 60			
III	6.00 - 7.40	20- sec	17,4	5	19 - 16	18,166	6	20 - 17	19,52	23	22 - 17
		1- min	52,2		57 - 48	54,49		60 - 51	58,56		66 - 51
	8.55 - 12.30	20- sec	16,125	8	18 - 15	18,8	10	20 - 17	19,5	28	22 - 17
		1- min	48,37		54 - 45	56,4		60 - 51	58,5		66 - 51
	13.15 - 16.00	20- sec	16,0	3	17 - 15	19,0	1	19 - 19	20,625	8	22 - 20
		1- min	48,0		51 - 45	57,0		57 - 57	61,875		66 - 60
IV	6.00 - 8.00	20-sec	20,6	5	21 - 20	22,69	13	26 - 20	25,28	21	27 - 24
		1- min	61,8		63 - 60	68,07		78 - 60	75,85		81 - 72
	10.50 - 13.57	20- sec	21,8	10	24 - 21	23,0	3	24 - 22	23,0	8	25 - 21
		1- min	65,4		72 - 63	69,0		72 - 66	69,0		75 - 63
	15.40 - 16.55	20- sec	22,0	4	24 - 21	22,33	3	23 - 22	23,78	14	26 - 22
		1- min	66,0		72 - 63	66,99		69 - 66	71,35		78 - 66

Tab.3 b (Forts.)

V	6.55 - 7.40	20-sec	29,6	5	34 - 28	34,86	15	37 - 32	35,2	35	37 - 32
		1- min	88,8		102 - 84	104,58		111 - 96	105,6		111 - 96
	9.00 - 12.30	20-sec	29,8	5	32 - 28	32,10	38	35 - 30	33,1	45	40 - 30
		1- min	89,4		96 - 84	96,30		105 - 90	99,3		120 - 90
	15.37 - 19.20	20-sec	27,57	7	30 - 25	29,92	25	37 - 27	30,0	60	32 - 27
		1- min	82,71		90 - 75	89,76		111 - 81	90,0		96 - 81
VI	5.45 - 6.50	20-sec	32,25	4	37 - 28	33,58	12	44 - 29	33,2	29	40 - 30
		1- min	98,25		111 - 84	100,74		132 - 87	99,6		120 - 90
	8.27 - 14.08	20-sec	31,25	4	36 - 26	31,2	5	32 - 30	30,3	10	32 - 28
		1- min	93,75		108 - 78	93,6		96 - 90	90,9		96 - 84
VII	5.45 - 7.20	20-sec	29,0	2	29 - 29	33,75	37	44 - 28	32,91	45	39 - 30
		1- min	87,0		87 - 87	101,35		132 - 84	98,73		117 - 90
	8.10 - 8.50	20-sec	28,0	1	28 - 28	30,87	8	32 - 30	31,61	13	32 - 31
		1- min	84,0		84 - 84	92,61		96 - 90	94,83		96 - 93
	9.18 - 11.50	20-sec	27,5	2	28 - 27	30,36	36	32 - 28	31,87	74	35 - 29
		1- min	82,5		84 - 81	91,08		96 - 84	95,61		105 - 87
	13.05 - 15.15	20-sec	26,6	3	28 - 26	30,33	21	33 - 28	30,96	158	36 - 29
		1- min	79,8		84 - 78	90,99		99 - 84	92,88		108 - 87

VII. LITERATURVERZEICHNIS:

ASCHOFF, I.: Die Bedeutung des EEG für die Flugmedizin mit besonderer Berücksichtigung telemetrierter inflight-Ableitungen. L. Demling und K. Bachmann: Biotelemetrie, Thieme-Verlag S. 161 (1970)

BACHMANN, K., R. ZERZAVY, P. RIESS und K. ZÖLCH: Blutdrucktelemetrie Deutsche Med. Wochenschrift 14, S. 741 - 747, 96. Jg. (1970)

BALKE, B., M.D. CARLTON, E. MELTON and CLIFFORD BLAKE, BS.: Physiological Stressard Fatique in Aerial Missions for the Control of Forest Fires Aerospace Medicine Vol 37 Nr. 3 S. 221 - 227 März (1966)

BARTENWERFER, H.: Vortrag vom 26.10.72 in Dortmund 'Begriffliche Übersicht über Fragen der mentalen Belastung und Beanspruchung'

BASSAN, L.: Über die Aussagekraft der Herzfrequenz als physiologische Meßgröße in der Leistungsphysiologie. Internationales Archiv für Gewerbepathologie und Gewerbehygiene 22 S. 279 - 280 (1966)

BECKER, D.: Hirnstromanalysen affektiver Verläufe. Ein experimenteller Beitrag zur neuropsychologischen Affektforschung. Verlag für Psychologie Dr. C.J. Hogrefe, Göttingen (1972)

BIEHL, K.P.: Der Omnibusfahrer aus: Aktuelle ärztliche Berufskunde 60 Sonderbeilage der Zeitschrift "Arbeitsmedizin, Sozialmedizin, Arbeitshygiene 3 (1972)

BROICHER, H. und H. DUPUIS: Meßverfahren für automatischen Pulsfrequenzschrieb und Anwendungsbereiche. Int.Z. angew. Physiologie einschl. Arbeitsphysiologie 20, 75 - 89 (1963)

BUCHHORN, G.: Einführung in die Telemetrie
Sonderdruck: Elektromedizin-Medizinische Elektronik
Sept. S. 2 (1969)

CHRISTIAN, P.: Funktionsdiagnostik mit telemetrischen Methoden unter Einschluß psychosomatischer Aspekte
Münchner med. Wochenschrift 7
S. 270 - 275 (1970)

DAHRENDORF, R.: Homo sociologicus
Köln-Opladen (1959)

DEMLING, L. und K. BACHMANN (Hrsg.): Biotelemetrie
Thieme-Verlag (1970)

DUPUIS, H.: Fortlaufende Pulsfrequenzschreibung bei Kraftfahrern und ihre Interpretation. Der Mensch im Verkehr, Beiheft 3 zu Arbeitswissenschaft mit Sonderbeilage Arbeitsmittel, Mainz
S. 80 und 81 (1965)

FETSCHER, I.: Von Marx zur Sowjetideologie
Diesterweg Frankfurt
zit. aus 6. Auflage (1961)

FREUD, S.: Über die Berechtigung, von der Neurasthenie einen bestimmten Symptomenkomplex als 'Angstneurose' abzutrennen.
Neurologisches Zentralblatt (1895)
zit. aus S. Freud, gesammelte Werke
Bd. I S. 338

GRÜNEWALD, G., O. SIMONOVA und O.D. CREUTZFELD: Differentielle EEG - Veränderungen bei visuomotorischen und kognitiven Tätigkeiten. Aus: Arch. Psychiatrie und Nervenkrankheiten 212, 46 - 69
S. 67 (1968)

GRÜTTNER, R. und A. BONKALO: Über Ermüdung und Schlaf auf Grund hirnbioelektrischer Untersuchungen
Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten 111 S. 652 - 665 (1940)

HOFFMANN, H.: Experimentelle Kreislaufuntersuchungen bei gesunden Kraftfahrzeugführern unter variierten Fahrbedingungen Münchner Med. Wochenschrift 47, S. 2335 - 2338 48, S. 2385 - 2389, 2335 (1961)

HÜLLEMANN, K.-D., G. WIESE und M. LIST: Kreislaufüberwachung und testpsychologische Untersuchung bei Fernsehzuschauern Münchner Med. Wochenschrift 40, S. 1716 - 1722 (1973)

KIRCHHOFF, H.: Die Telemetrie als Hilfsmittel der Arbeits- und Leistungsphysiologie ASA 4, S. 112 - 116 (1969)

KLOTZBÜCHER, E. und G. FREYTAG: Die Aussagefähigkeit verschiedener Pulsgrößen über das individuelle Pulsverhalten bei geistiger Arbeit. Int. Archiv f. Gewerbepathologie und -hygiene 25, S. 307 - 322 (1969)

KLOTZBÜCHER, E. und T. RETTER: Über das Verhalten des Arbeitspulses bei der Errichtung hoher Bauwerke Int. Z. f. angew. Physiologie einschl. Arbeitsphysiologie 25, S. 162 - 167 (1968)

KÜHN, A.: Grundriß der allgemeinen Zoologie zit. aus 15. Aufl., S. 2 und 5 Thieme-Verlag, Stuttgart (1964)

LEGEWIE, H., O. SIMONOVA, O.D. CREUTZFELD: EEG-Changes during Performance of various Tasks under open and closed-eyed conditions Electroenceph. and Clin. Neurophysiol. 27, S. 470 - 479 (1969)

LEGEWIE, H., O. SIMONOVA, O.D. CREUTZFELD: Telemetrische Untersuchungen in Leistungssituationen. L. Demling und K. Bachmann, Biotelemetrie. Thieme-Verlag, S. 141 - 154, 146, 150, 150 - 151 (1970)

LINDSLEY, D.: Attention, Consciousness, Sleep and Wakefulness. In J. Field und Mitarb. (Eds.). Neurophysiology Vol. III Americ. Physiol. Society Washington (1960)

LORENZ, K.: Gestaltwahrnehmung als Quelle wissenschaftlicher Erkenntnis. Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie 4 (1959) Zit. aus: K. Lorenz "Über tierisches und menschliches Verhalten", Gesammelte Abhandlungen, Band II, S, 280. R. Piper und Co. Verlag, München (1965)

LORENZER, A.: Sprachzerstörung und Rekonstruktion Vorarbeiten zu einer Metatheorie der Psychoanalyse Hrsg. A. Mitscherlich, Suhrkamp - Verlag, S. 83 (1970)

LUFF, K.: Untersuchungen über das Verhalten der Pulsfrequenz beim Kraftfahrer. Deutsche Zeitschrift für gerichtliche Medizin 49, S. 441 - 459, 449, 450, 451 (1960)

MANNCHEN, K.: Das Verhalten der Pulsfrequenz von Probanden unterschiedlichen Lebensalters bei Arbeit unter Lärmexposition Arbeit/Leistung 23, S. 232-234 (1969)

MARX, K.: Manifest der kommunistischen Partei (1848). Zit. nach K. Marx: Die Frühschriften, Alfred Kröner-Verlag (1953)

MÄURER, H.-Chr.: Biotelemetrie Aus: Klinisch-physiologische Untersuchungsmethoden, Hrsg. W. Koenig, Thieme-Verlag, S. 272 - 283 (1972)

NIEBELING, H.G., R.-H. SOMMER und H.-J. LAUX: Anwendung der drahtlosen Übertragung von Elektroenzephalogrammen im Verkehrswesen "Verk.-Med." 14, S. 149 - 156 (1967)

OWEN, R.: (1804-1892) Zit. nach W. Zimmermann: Evolution. Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse. Verlag Karl Alber, Freiburg - München, S. 452 (1963)

PAVLOV, U.P.: Nobel-Ansprache, gehalten am 12.12. 1904 in Stockholm; zuerst veröffentlicht im Sammelband "Les prix de Nobel en 1904" Stockholm 1905, zit. aus J.P. Pavlov: Die bedingten Reflexe. Auswahl aus dem Gesamtwerk Kindler-Verlag, München S. 39 und 40 (1972)

PIAGET, J.: La naissance de l'intelligence chez l'enfant (1959) Delachaux et Niestlé S.A.; Neuchatel (Schweiz). Zit. aus der 3. Auflage, übers. von Dr. Bernhard Seiter, Berlin, E. Klett-Verlag, S. 16 (1969)

PREUSCHEN, G.: Fortlaufende Messung der Pulsfrequenz; XV eme congres international de médecine du travail vol. IV, S. 677 - 681 (1966)

REIN-SCHNEIDER: Physiologie des Menschen 15. Auflage, revidierter Neudruck von M. Schneider Springer-Verlag, S. 405 (1966)

ROHMERT, W. und W. LAURIG: Zusammenhang zwischen Belastungs- und Beanspruchungsparametern bei Fluglotsen in der Flugverkehrskontrolle. ASA 9, S. 252 - 257 (1972)

ROSENBERGER, P.E.: Telemetrische Messungen in der Eisen- und Stahlindustrie. Aus: Bericht über den 12. Kongress für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin. Deutsche Gesellschaft für Arbeitsschutz e.V., Düsseldorf (1971)

ROSENKRANZ, K.A., K. UHLENBRUCH und B. GRUSS: Elektrokardiographische Langzeitbeobachtungen während der beruflichen Tätigkeit. ASA 4, S. 59 - 62 (1969)

ROSKAMP, R.: Grundzüge der Neurosenlehre. Aus: W. Loch "Die Krankheitslehre der Psychoanalyse. S. Hirzel-Verlag, S. 83 und 84 (1967)

RUTENFRANZ, J.: Über das Verhalten der Pulsfrequenz bei der Arbeit unter Zeitdruck. Int. Zeitschrift für angew. Physiol. einschl. Arbeitsphysiol. 18, S. 264 - 279 (1960)

SCHÄCKE, G., H.-J. WOITOWITZ, E. RIETSCHEL u. R. HAVLA: Radiotelemetrische Langzeituntersuchungen von Herzschlagfrequenz und Elektrokardiogramm bei Führungskräften der Industrie. Int. Arch. Arbeitsmed. 29, S. 142 - 158 (1972)

SCHANE, W.P. and K.E. SLINDE: Continous ecg-recording during free-fall parachuting. US-Army Aeromedical Research Unit Report, S. 67 - 77 (1967)

SCHOMANN, P.: Telemetrische EEG- und EKG-Wochenprofile bei Lösemittelarbeitern am Beispiel des Trichloräthylens. Diss., Tübingen (1973)

SELIGER, V., I. GLÜCKSMANN, I. PACHLOPNIK und J. PACHLOPNIKOWA: Evaluation of Stage Artist's Activities on Basis of Telemetrical Measurements of Heart Rates. Int. Z. Angew. Physiol. 28, S. 86 - 104 (1970)

STEEGER, D.: Langzeit-Pulsfrequenzmessungen an Lok- und Triebwagenführern der Deutschen Bundesbahn unter variierten Fahrbedingungen. Diss. Erlangen (1968)

TAGGART, P., D. GIBBONS, W. SOMMERVILLE: Some Effects of Motor-car Driving in the Normal and Abnormal Heart. British Medical Journal 4, S. 130 - 134 (1969)

ULMER, H.-V.: Die Pulsfrequenz als Meßgröße der Leistungsphysiologie. Deutsches Ärzteblatt - Ärztliche Mitteilungen, 69. Jg. 20, S. 1269 - 1274, S. 1278 (1972)

VOGEL, P.: Probleme der Meßwertgewinnung und Elektrodentechnik. Aus: L. Demling und K. Bachmann (Hrsg.) Biotelemetrie, Thieme-Verlag (1970)

WOITOWITZ, H.-J., G. SCHÄCKE und R. WOITOWITZ: Zur Erfassung psycho-vegetativer Belastungen am Arbeitsplatz mit Hilfe der Radiotelemetrie. ASA 6, S. 259 - 262 (1971)

ZIDAN, F.: Die Objektivierung der Ermüdung durch das Elektroencephalogramm. Med. Diss., Tübingen (1969)

ZIMMERMANN, W.: Evolution
Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse. Verlag Karl Alber, Freiburg - München, S. 518 (1953)

Für freundliche Unterstützung und
wertvolle Ratschläge beim Zustande-
kommen dieser Arbeit danke ich
Herrn Prof. Dr.H. Weichardt,
Frau Dr. I. Elster und Herrn
Dr. H. Konjetzko.

Lebenslauf

Am 9. April 1947 wurde ich, Ulrich Laarmann, als erstes von zwei Kindern des Lehrers Eberhard Laarmann und seiner Ehefrau Irmgard geb. Perzl, in Stetten im Remstal, geboren.

Im April 1953 wurde ich in Schnait im Remstal eingeschult und wechselte im Frühjahr 1957 auf das Gymnasium in Waiblingen, wo ich im Frühjahr 1966 das Abitur bestand.

Im April 1966 begann ich in Tübingen Medizin zu studieren und bestand im Frühjahr 1969 das Physikum und im Juli 1972 das medizinische Staatsexamen.

Die Medizinalassistentenzeit absolvierte ich in der Medizinischen Universitätspoliklinik Tübingen, der Berufsgenossenschaftlichen Unfallklinik Tübingen und am Institut für Arbeitsmedizin der Universität Tübingen, wo ich auch die Untersuchungen für die vorliegende Dissertationsarbeit durchführte.

Am 23. November 1973 erhielt ich die Approbation als Arzt.